Institut national de la recherche scientifique

Centre Eau, Terre et Environnement

Rapport annuel 2005-2006

Table des matières

PARTIE 1

RAPPORT DU DIRECTEUR 3

PARTIE 2

RESSOURCES HUMAINES 9

PARTIE 3

ENSEIGNEMENT 15
- Maîtrise en sciences de l'eau 15
- Maîtrise en sciences de la terre 16
- Doctorat en sciences de l'eau 19
- Doctorat en sciences de la terre 19

PARTIE 4

RECHERCHE 21

PARTIE 5

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS 71
- Brevets 71
- Articles publiés dans des revues scientifiques 71
- Communications ou publications avec arbitrage 77
- Communications ou publications sans arbitrage 87
- Livres ou ouvrages collectifs 95
- Rapports de recherche 96
- Theses de doctorat ou mémoires de maîtrise 98
- Rapports de stage 100
- Autres publications 100
- Tableau des statistiques 102

PARTIE 6

SÉMINAIRES ET COLLOQUES 103

PARTIE 7

SERVICES 107

PARTIE 8

RAPPORT FINANCIER 111

Le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement pour alléger le texte

5e ANNÉE

RAPPORT ANNUEL 2005 - 2006

Rapport du directeur

Faits saillants

Au cours de l'année 2005-2006, l'acclimatation à notre nouvel environnement de recherche à l'Édifice INRS-Québec s'est poursuivie. Force est de constater que ce nouvel environnement est un stimulant indéniable pour nos équipes de recherche et pour nos étudiants. On sent déjà un vent de renouveau, une certaine effervescence et la mise en place de nouvelles synergies entre collègues. L'impact de ce nouvel édifice se traduit déjà par l'augmentation de notre clientèle étudiante et par le renouvellement du dynamisme des équipes.

Nous avons terminé, cette année, l'exercice interne de programmation scientifique du Centre. Cette programmation sera validée par la Commission scientifique de l'INRS et devrait guider l'ensemble de nos activités de recherche au cours des cinq prochaines années. Cet exercice a été grandement facilité par la collaboration de tous les membres du corps professoral et je tiens à les en remercier.

Nous avons aussi procédé à l'ouverture de sept postes de professeur réguliers qui ont tous été comblés avant la fin de l'année 2005-2006.

En ce qui concerne les distinctions personnelles, soulignons tout d'abord qu'au cours de l'année 2005-2006, la professeure **Anne-Catherine Favre** a été promue professeure agrégée. De plus, différents honneurs ont été décernés à des professeurs du Centre. Citons, entre autres, le professeur **Peter G.C. Campbell** qui fut nominé (avec Émilien Pelletier et feu Francine Denizeau) pour le Prix Roberval, en reconnaissance de leur livre *Écotoxicologie Moléculaire*, publié aux Presses de l'Université du Québec. Citons également le professeur **Charles Gobeil** dont un des articles, qu'il a corédigé au sujet de l'oxygène dans les eaux profondes du Chenal Laurentien, fut choisi par le magazine *Québec Sciences*, parmi les dix meilleurs articles scientifiques du Québec en 2005.

En 2005-2006, les activités d'enseignement se sont poursuivies au même rythme que l'année dernière. Encore cette année, l'effort conjugué de tous les membres du Centre nous a permis d'atteindre nos objectifs de formation et de recherche. Tout a été mis en œuvre pour que le Centre continue d'être scientifiquement reconnu comme un pôle international en sciences de l'eau, de la terre et de l'environnement. Nous n'avons ménagé aucun effort pour que nos activités de recherche et les résultats qui en découlent contribuent à l'essor économique et social du Québec, tout en trouvant des applications aux plans national et international.

Sur le plan des activités scientifiques, de nouveaux projets importants ont débuté au cours de l'année. Notons, entre autres, les suivants : *Étude hydrogéologique à la base de Petawawa, Ontario (Phase II)* (**R. Martel**); *Analyse de risque d'inondations à l'eau libre et par embâcles à Châteauguay et recherche de solutions économiques* (**M. Leclerc**); *Modélisation du transport des pesticides dans les bassins versants en vue de la détermination de normes agroenvironnementales* (**A. Rousseau**); *Étude de l'argilite alumineuse de Grande-Vallée* (**M. Richer-Laflèche**); *Traitement électrolytique de lixiviats issus de procédés de décontamination et d'effluents industriels* (**J.-F. Blais**); *Évaluation hydrogéologique des régions du Nord du Ghana* (**R. Lefebvre**); *Aqualyse des tourbières dans le Complexe La Grande : une indication d'un siècle de forte hydraulicité* (**A. St-Hilaire**); *Développements d'algorithmes pour le suivi par satellite de la couverture de neige au sol à l'échelle du bassin versant* (**M. Bernier**); *Traitement et valorisation des déchets d'aluminerie, phase IIb* (**G. Mercier**).

De façon générale, les activités de recherche, tant subventionnées que commanditées, se sont poursuivies en fonction des axes de recherche définis dans la programmation scientifique du Centre (Hydrologie, Biogéochimie, Géodynamique et Assainissement). Au total, près de 400 projets de recherche étaient actifs cette année dont, entre autres, les suivants : *Chaire en hydrologie statistique – Phase III* (**T.B.M.J. Ouarda** et **A.-C. Favre**); *Pilotage semi-industriel d'un procédé d'enrichissement de la chromite et d'extraction de métaux du groupe du platine – Phase 2* (**M. Bergeron**); *Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée* (**R.D. Tyagi**) ; *Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux* (**P.G.C. Campbell**); *Geosalar II : modélisation intégrée du saumon atlantique juvénile et de l'habitat physique dans des environnements fluviaux et estuariens* (**N. Bergeron**); *FUDOTERAM : un projet géomatique intégré en zone côtière, fusion de*

données terrestres, aériennes et marines (**B. Long**); *Laboratoire d'analyses paléoclimatiques à haute résolution (LAPAHR)* (**I. Larocque**); *Réchauffement des zones côtières et fonte des glaces (Sea-Ice)* (**Y. Gratton**); *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques en matière de drainage urbain au Québec* (**A. Mailhot**); *Système d'évaluation et de gestion des risques d'inondation en milieu fluvial SEGRI* (**Y. Secretan**); *Établissement d'une installation pour la simulation physique, numérique et géophysique appliquée à l'exploration minière et pétrolière* (**L. Harris**); *Modélisation de l'accumulation de métaux par les organismes aquatiques* (**L. Hare**); *Site minier Manitou : Caractérisation du milieu et des processus en vue d'une restauration* (**N. Tassé**); *Étude intégrée de la problématique de mise à niveau des infrastructures d'eau des localités de la Côte-Nord* (**J.-P. Villeneuve**); *Influence des changements climatiques sur le réseau alimentaire microbien en milieu lacustre et le transfert des contaminants entre ses différentes composantes* (**I. Laurion**); *Étude et prévention de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses agricoles* (**P. Lafrance**); *Géochimie environnementale – Zone côtière* (**C. Gobeil**); *Tectonique des fronts orogéniques et ressources naturelles* (**M. Malo**); *Transfert de métaux traces le long des chaînes trophiques aquatiques* (**P. Couture**); *Rôle des facteurs environnementaux sur la biodisponibilité d'éléments traces en milieu aquatique* (**C. Fortin**).

Au cours de l'année, ces activités de recherche se sont traduites par 117 articles dans des revues avec comité de lecture, 288 communications (147 avec arbitrage et 141 sans arbitrage), 37 rapports de recherche et 32 mémoires et thèses (Figure 1).

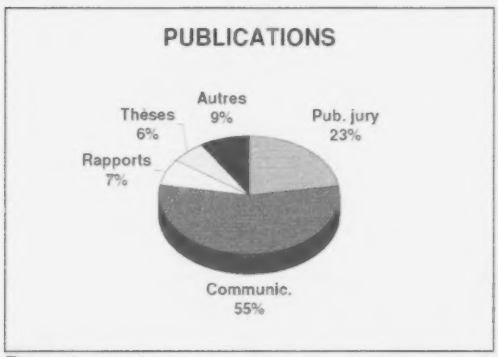


Figure 1

Pour réaliser ces activités, le Centre comptait sur 36 professeurs, 46 chercheurs, 22 techniciens de recherche, 16 employés de bureau, 188 étudiants, 52 stagiaires (13 stagiaires temps complet) et 6 chargés de cours (Figure 2). De plus, notons qu'il y avait 22 professeurs associés, 3 professeurs émérites, 9 professeurs honoraires ainsi que 56 professeurs et chercheurs invités collaborant aux activités du Centre.

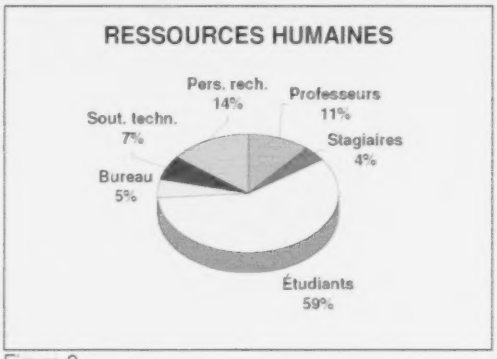


Figure 2

Les études avancées et l'encadrement des étudiants ont aussi constitué une partie importante des tâches réalisées au Centre. En effet, nous avons accueilli 11 stagiaires postdoctoraux, 96 étudiants au doctorat (67 en sciences de l'eau et 29 en sciences de la terre), 86 à la maîtrise de recherche (50 en sciences de l'eau et 36 en sciences de la terre) et 52 stagiaires de recherche. De ce nombre, 17 étaient nouvellement inscrits à la maîtrise de recherche et 27 au doctorat. Les programmes de maîtrise professionnelle ont accueilli 6 étudiants. Ces programmes se veulent par leur contenu une ouverture pour ceux ayant déjà une expérience de travail. De plus, la flexibilité de l'horaire des cours qui y sont donnés nous permet de les offrir en formation continue. Trente-deux (32) étudiants de deuxième cycle ont reçu leur diplôme et 9 étudiants de troisième cycle ont soutenu avec succès leur thèse de doctorat. Les étudiants ont réalisé 25 mémoires de recherche et 9 thèses.

Les chercheurs du Centre ETE ont été impliqués au cours de l'année dans 42 ententes de partenariat et de coopération à travers le monde.

L'année 2005-2006 a encore été fructueuse en ce qui a trait à l'autofinancement des activités de recherche. Les revenus extérieurs dépensés ont totalisé plus de 9 863 900 $. Ces sommes sont équivalentes à 54 % des dépenses de fonctionnement du Centre (Figure 3).

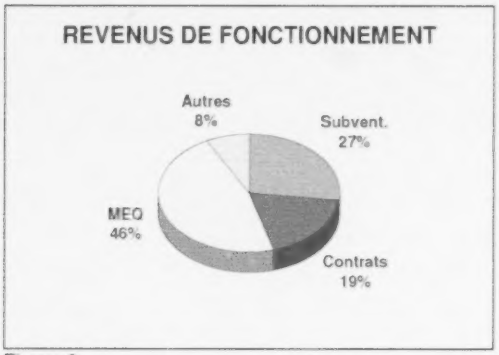


Figure 3

Ces revenus extérieurs sont constitués, entre autres, de subventions pour un montant de 4 971 200 $ et de contrats de recherche pour un montant de 3 464 100 $. Les revenus de subventions ont été obtenus du CRSNG (2 238 000 $), du FQRNT (289 700 $) et d'autres sources (2 443 500 $) (Figure 4). Les contrats de recherche viennent de différentes sources, notons entre autres : le ministère de la Défense nationale (891 654 $), Ouranos (115 705 $) et Environnement Canada (106 324 $).

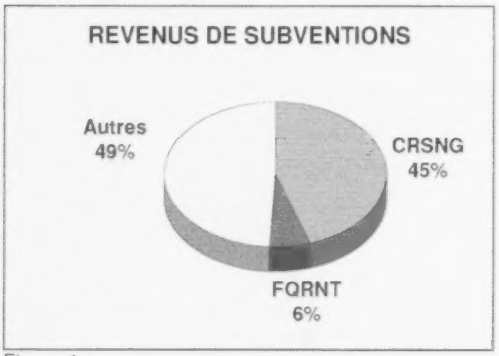


Figure 4

Nous devons signaler l'implication et les efforts déployés par les professeurs pour défrayer une part importante des frais directs et indirects de la recherche. On se doit de souligner encore cette année leur contribution significative au financement des activités de recherche du Centre. En effet, tel qu'indiqué ci-dessus, cette contribution financière représente 54 % des dépenses de fonctionnement du Centre.

La coopération scientifique France-Québec a permis de poursuivre l'entente intervenue entre le Centre ETE et le Groupement d'intérêt scientifique (GIS) pour la publication de la *Revue des Sciences de l'Eau*. Au cours de l'année, nous avons racheté la partie des droits de Lavoisier et créé une société, la RSE. Cette nouvelle société verra à la gestion de la *Revue des Sciences de l'Eau* et en assurera la continuité. La revue n'est maintenant publiée que sous format électronique par l'entremise d'*Érudit*.

La recherche

Le Centre ETE poursuivra, au cours des prochaines années, son objectif général de collaboration à l'essor et au développement de la recherche dans le domaine des sciences de l'eau, des géoressources et de l'environnement. Conscient de la pertinence des activités de recherche en cours, le Centre encouragera leur développement et favorisera, d'une façon particulière, l'intensification de certaines d'entre elles dans le cadre d'une programmation thématique. Cette programmation se veut la synthèse des activités de recherche qui ont lieu au Centre et qui y seront poursuivies au cours des prochaines années. Ces activités de recherche sont regroupées dans quatre grands programmes :

Hydrologie et gestion intégrée des ressources hydriques : Les recherches poursuivies dans ce programme concernent la compréhension, la modélisation et la simulation des écoulements et des transports des matières en suspension et des substances dissoutes. Ce programme regroupe les activités de recherche et de développement sur les méthodes d'analyse statistique, d'analyse numérique, de modélisation déterministe, de télédétection, de géomatique ainsi que d'informatique, qu'on retrouve ici appliquées aux aspects qualitatifs et quantitatifs des écoulements et à leur gestion intégrée. Les recherches en analyse statistique traitent des crues et de l'évolution temporelle et spatiale de la qualité des eaux. Les recherches en modélisation portent sur l'élaboration de modèles numériques permettant la simulation des mouvements de l'eau et des déplacements de substances nutritives et toxiques à travers différents compartiments du cycle hydrologique. Les travaux en analyse numérique touchent notamment la simulation hydraulique et hydrodynamique des écoulements fluviaux et les habitats aquatiques. Le traitement numérique d'images obtenues par télédétection et la géomatique permettent, enfin, de mieux comprendre et estimer les variations spatio-temporelles des composantes du cycle hydrologique aux niveaux local, régional et continental. Enfin, des travaux de recherche portent sur la problématique du vieillissement des infrastructures d'eau au Québec.

Biogéochimie et problématiques de contamination : Les recherches dans ce programme visent la caractérisation des processus clés impliqués dans les cycles biogéochimiques ainsi que leur modélisation, afin de pouvoir mieux prédire les effets des changements de conditions environnementales sur les écosystèmes aquatiques. Elles visent également l'identification des facteurs biologiques clés qui affectent la bioaccumulation des

substances polluantes (métaux toxiques, pesticides, azote, soufre) ainsi que la détermination de leurs effets sur les organismes aquatiques à différents niveaux (cellulaire, organisme individuel, population, communauté). Menés aussi bien en laboratoire que sur le terrain, les travaux portent sur l'écotoxicologie de contaminants et sur la dynamique des éléments nutritifs. Dans le premier cas, on étudie le comportement de contaminants (métaux traces, pesticides) dans la colonne d'eau, à l'interface eau-sédiment et dans les eaux souterraines. Les résultats de ces recherches servent à raffiner des modèles conceptuels du comportement des contaminants dans divers milieux; il existe ici des liens importants avec le programme Hydrologie (modélisation des écoulements). D'autres travaux visent à définir des méthodes d'évaluation des risques liés à la présence de contaminants dans l'environnement. Il s'agit d'étudier les mécanismes de bioaccumulation des contaminants et de leur détoxification, et d'identifier des indicateurs biochimiques de stress environnementaux. Les recherches sur la dynamique des éléments nutritifs portent sur les cycles du soufre et de l'azote dans les écosystèmes forestiers et lacustres, milieux fortement perturbés par l'augmentation des apports atmosphériques. Des études particulières sont consacrées aux transformations de ces éléments dans la neige et le sol.

Géodynamique des ressources et de l'environnement : Le groupe de recherche en géodynamique s'intéresse principalement à la caractérisation des processus géologiques impliqués dans la genèse des différents types de ressources naturelles et des processus géologiques de surface qui ont une incidence directe sur les environnements terrestres, fluviaux et littoraux. Ce groupe de chercheurs se démarque par sa pluridisciplinarité et sa capacité d'analyse de phénomènes géologiques d'échelles variables allant, par exemple, de la définition du potentiel métallifère de la croûte terrestre dans le contexte global de la tectonique des plaques à la caractérisation macroscopique d'un aquifère, d'un gisement minier ou d'une zone sensible à l'érosion. Les expertises disponibles au sein du groupe couvrent un large spectre de spécialités en sciences de la terre, et permettent une analyse approfondie des thématiques, autant dans des environnements crustaux profonds que dans des séries sédimentaires non consolidées. Le programme de géodynamique des ressources naturelles et de l'environnement s'intéresse donc à différentes thématiques scientifiques se regroupant en quatre domaines de recherche : 1) les ressources minérales, 2) les ressources énergétiques, 3) les ressources en eaux souterraines, et 4) les processus géologiques environnementaux. Les activités de recherche du programme visent principalement à fournir des connaissances géoscientifiques spécifiques à chaque domaine, ainsi que des outils efficaces d'exploration/exploitation et de gestion de la ressource. Certaines activités scientifiques impliquent plusieurs domaines de recherche du programme, et sont aussi d'intérêt pour les autres programmes du Centre ETE.

Assainissement et décontamination environnementale : Ce programme comporte à la fois des recherches à caractère technologique et des études sur les aspects administratifs et institutionnels du contrôle de la pollution. Dans le premier axe, orienté vers les technologies environnementales, le Centre met beaucoup d'efforts sur la valorisation des boues résultant du traitement biologique des eaux résiduaires municipales. Ces boues étant contaminées en métaux toxiques, cette valorisation passe nécessairement par une étape de solubilisation et d'enlèvement de ceux-ci; les métaux toxiques étant également étudiés dans le programme Biogéochimie, il existe des liens importants avec ce dernier programme. D'autres activités toutes récentes portent sur le développement de procédés de traitement, de recyclage et de stabilisation des résidus miniers; soulignons à nouveau le lien avec le programme Biogéochimie. Outre ces travaux sur des procédés d'assainissement, d'autres recherches visent à fournir des outils informatiques et des modèles d'aide à la décision, susceptibles d'orienter et d'appuyer les choix d'aménagements et les décisions concernant le contrôle de la pollution de l'eau. Parmi les applications les plus directes de ces dernières recherches, mentionnons celles touchant la localisation et l'optimisation des usines d'assainissement, l'élaboration de stratégies de contrôle des usines de traitement soumises à des effets chocs ainsi que la gestion des réseaux d'égouts sanitaires.

Conclusion

Au risque de continuellement me répéter, je me dois de souligner encore cette année la performance exceptionnelle du Centre et la contribution des professeurs au financement de leurs activités de recherche. Les résultats de cette année, tant par rapport aux étudiants qu'aux activités de recherche, sont exceptionnels et je me permets ici d'en féliciter tous les membres du centre Eau, Terre et Environnement, ainsi que nos partenaires de la Commission géologique du Canada à Québec qui ont contribué, eux aussi, au succès de notre institution. C'est donc avec beaucoup de satisfaction que j'ai pris connaissance du bilan de cette année 2005-2006. Je nous souhaite de pouvoir continuer à maintenir nos efforts dans le même sens pour 2006-2007.

Le directeur du Centre Eau, Terre et Environnement,

Jean-Pierre Villeneuve

Ressources humaines

DIRECTION

Jean-Pierre VILLENEUVE

Secrétariat

Isabelle ST-JACQUES

RECHERCHE ET ENSEIGNEMENT

Corps professoral

Aïcha ACHAB
Jean-Christian AUCLAIR
Mario BERGERON
Normand BERGERON
Monique BERNIER
Jean-François BLAIS
Bernard BOBÉE[1]
Peter G.C. CAMPBELL
Patrice COUTURE
Anne-Catherine FAVRE
Claude FORTIN
Pierre FRANCUS
Charles GOBEIL
Yves GRATTON
Landis HARE
Lyal HARRIS
Yvon HÉROUX[1]
Marius LACHANCE[1]
Pierre LAFRANCE
Isabelle LAROCQUE
Isabelle LAURION
Michel LECLERC
René LEFEBVRE
Bernard LONG
Alain MAILHOT
Michel MALO
Richard MARTEL
Guy MERCIER
Taha OUARDA
Claudio PANICONI
Marc RICHER-LAFLÈCHE
Alain N. ROUSSEAU
Jean-Louis SASSEVILLE[1]
Yves SECRETAN
André ST-HILAIRE
Normand TASSÉ
André TESSIER
Rajeshwar D. TYAGI
Jean-Pierre VILLENEUVE

Professeurs associés

Guy AMPLEMAN
Jean H. BÉDARD
Christian BÉGIN
Andrée BOLDUC
Sébastien CASTONGUAY
Louise CORRIVEAU
Benoît DUBÉ
Vincent FORTIN
Daniel LEBEL
Denis LAVOIE
Yves MICHAUD
Jean MORIN
Léopold NADEAU
Miroslav B. NASTEV
Michel A. PARENT
Luc PERREAULT
Didier PERRET
Nicolas PINET
Christine RIVARD
Alfonso RIVERA
Martine M. SAVARD
Sonia THIBOUTOT

Professeurs honoraires

Aïcha ACHAB
Daniel CLUIS
Jean-Pierre FORTIN
H. Gérald JONES
Marius LACHANCE
Guy MORIN
Jean-Louis SASSEVILLE
Alain SOUCY
André TESSIER

Professeurs émérites

Bernard BOBÉE
Georges DRAPEAU
Michel SLIVITZKY

Professeurs ou chercheurs invités

Irène ABI-ZEID, Université Laval[1]
Marc AMYOT, Université de Montréal
Todd ARBETTER, British Antartic Survey
Philippe ARCHAMBAULT, Institut Maurice Lamontagne
Khalidou BÂ, CIRA (Mexique)
Olivier BANTON, Université d'Avignon (France)
Nelson BELZILE, Université Laurentienne[1]

[1] Départ au cours de l'année

Hamel BENMOUSSA, CRIQ
Louis BERNATCHEZ, Université Laval
Gilles BOULET, Ministère de l'Environnement
Thomas BUFFIN-BÉLANGER, UQAR
Daniel CAISSIE, Ministère Pêches et Océans Canada
Stéphane CAMPEAU, UQTR
Alin A. CÂRSTEANU, Institut polytechnique national de Mexico (Mexique)
Bernard CHOCAT, INSA Lyon (France)
Daniel COSSA, IFREMER (France)
Bruno CÔTÉ, COREM[1]
Yves COUILLARD, Université de Montréal
Simon Charles COURTENAY, Université de Moncton
Juraj M. CUNDERLIK, University of Western Ontario[1]
Jean-Pierre DEDIEU, CNRS (France)
Louis DELORME, IREQ
Gaston DESROSIERS, ISMER-UQAR
Carlos DIAZ DELGADO, CIRA (Mexique)
Patrick DROGUI, Biolix Corporation Philippe GACHON, Environnement Canada
Peter GALBRAITH, Pêches et Océans Canada
Christian GENEST, Université Laval
Van Diem HOANG, Centre d'expertise hydrique du Québec
Daniel HOULE, Ressources naturelles Québec
Stuart LANE, University of Leeds (Royaume-Uni)
Michel LANG, Cemagref (France)
Yvon MARANDA, Ministère de l'Environnement
Louis MARTEL, Ministère de l'Environnement
Marc MINGELBIER, Ministère des Ressources naturelles
Brian MORSE, Université Laval
Michel NOLIN, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Rock OUIMET, Ressources naturelles Québec
Trinback PARCHURE, Waterway Experimental Station (U.S. Army)
Serge PARENT, Biodôme de Montréal[1]
Reinhard PIENITZ, Université Laval
André PLAMONDON, Université Laval
Louis PRIEUR, Laboratoire d'océanographie de Villefranche (France)
John F.V. RIVA, Consultant
René ROY, Hydro-Québec
Éric SAUQUET, Cemagref (France)
Alain TREMBLAY, UQAM
José R. VALÉRO, Centre de Foresterie des Laurentides
Éric VAN BOCHOVE, Agriculture et Agroalimentaire Canada
Jaume M. VERGES, Institute of Earth Sciences, (Espagne)
Luc VESCOVI, Ouranos
Alan L. WATCHMAN, Australian National University (Australie)
Kevin J. WILKINSON, Université de Genève (Suisse)
Xuebin ZHANG, Meteorological Service of Canada
Fatiha ZIDANE, Université Hassan II (Maroc)

[1] Départ au cours de l'année

Chargés de cours

Michel BEAULIEU, Ministère de l'Environnement
Louis FONTAINE, BPR
Bernard GABOURY, Ministère de l'Environnement
Claude JEAN, Tremblay Bois Mignault Lemay
Yvon MARANDA, Ministère de l'Environnement
Luc VALIQUETTE, Ministère de l'Environnement

Associés de recherche

Lahcen AIT-SSI
Simon BARNABÉ
Patrice CARBONNEAU[1]
Karem CHOKMANI
Jean-François CRÉMER
Patrick DROGUI
Sophie DUCHESNE
Salaheddine EL-ADLOUNI
Uta GABRIEL[1]
Sabary-Omer NDZANGOU
Martin ROSS
Ousmane SEIDOU
Shaobo SHEN

Boursiers postdoctoraux

Behrouz AHMADI-NEDUSHAN
Matteo CAMPORESE
Fateh CHEBANA
Housséini Diadié COULIBALY[1]
Céline DUPUIS
Virginie GARNIER[1]
Sylvain JUTRAS
Maryam KAMALI NEZHAD
Brou KONAN
Éléna KONSTANTINOSVKAYA
Chun Kit LAI
Séverine LE FAUCHEUR
Yves MONETTE
Tan Danh NGUYEN
Renaud QUILBÉ
Mériem SAÏD
Chang SHU

Personnel de recherche

Jean-Marc BALLARD
Rudolf BERTRAND[1]
Francis BÉRUBÉ
Véronique BLAIS[1]
Paul BOUDREAU
Myriam CHARTIER
Sybil CHRISTEN[1]
Yves GAUTHIER
Hugo GINGRAS
Étienne GIRARD[1]
Alexandre HÉBERT
Christiane JACQUES
Jacques LABRIE
Éric LAROUCHE[1]
Joëlle MARION
Christine MARTINEAU[1]
Eve NANTEL[1]
Jord ORVOINE[1]

Isabelle PAPINEAU
Lisa-Marie PAQUET
Marc-André POULIOT
Marie-Emmanuelle RAIL
Christine RICARD
Zeljka RISTIC-RUDOLF
Nicolas ROY[1]
Alain ROYER
Stéphane SAVARY
Artem STASHENKO[1]
Sébastien TREMBLAY
Luc TRÉPANIER
Harold VIGNEAULT
Caroline VIOLLEAU[1]
Dany VOHL

SERVICE À LA RECHERCHE ET À L'ENSEIGNEMENT

Valorisation de la recherche

Carole PARENT

Administration

Dominique CANTIN
Jean-Léon DOYON
Denis FORTIN
Nicole LAFLAMME[2]
Diane LORTIE
Marie-Noëlle OUELLET
Mylène PARADIS
Alain POIRIER

Bâtiment

Serge MARCOUX
Jean-Yves MOREAU
André VILLENEUVE

Cartographie

Marco BOUTIN
Luce DUBÉ[1]

Secrétariat

Hélène BOUTIN
Johanne DESROSIERS
Suzanne DUSSAULT
Julie JULIEN[1]
Martine MATTE
Manon POITRAS
Josée POSADZKI
Lise RAYMOND[1,2]
Sylvie ROUSSEAU[1]
Diane TREMBLAY

Laboratoire

Anissa BENSADOUNE
Jean-Claude BÉRUBÉ
André CHAGNON[1]
Sébastien DUVAL
Pauline FOURNIER
Réal GOSSELIN
Michelle GEOFFROY-BORDELEAU
Marc GREENDALE
André HÉBERT[1]
Pierre MARCOUX
Stéfane PRÉMONT[2]
Lise RANCOURT
René RODRIGUE

Documentation et informations spécialisées

Jean-Daniel BOURGAULT[2]
Pascale DION
Isabelle MARTINEAU
Chantal PAQUIN
Sophie RENAUD[2,1]
Jocelyne ROBERGE[1]
Anne ROBITAILLE

Informatique

Claude BLANCHETTE[2]
Claude CHAMPAGNE
Christian EMOND
Patrick LAFORTE
Gilles PELLETIER
Alain POIRIER[1]
Lise RAYMOND[1]
Étienne RINGUET
Francis TANGUAY[1]

Stagiaires

Nicolas AUDET[1]
Olivier BÉDARD
Vincent BÉLANGER
Aurélie BELLAVANCE
Imane C. BÉNAOUDIA
Marie-Noëlle BERNATCHEZ
Frédérique BINETTE
Ève BLANCHETTE
Carole BOISSONNEAULT
Marie-Claude BOUDREAULT
Jean-Nicolas BUJOLD
Fanny-Lan BUI
Sybil CHRISTEN
Davina CLOUTIER
Guillaume COMEAU
Olivier DEMELO ROY
Luc-Bernard DENONCOURT
Mathieu DUMAS
Rémi GAGNÉ
Patrick GAGNON
Marc-André GIRARD
Elsa GOERIG
Karl GUILLOTTE
Véronique LAGO
Olivier LAPOINTE
Mathieu LAPORTE-SAMURE
Laura O. LAUGHLIN
David LEMELIN
Marie-Michèle LÉPINE

[1] Départ au cours de l'année
[2] Responsable de service

Emmanuelle L'HÉRAULT
Éric LORTIE
Joseph LUPIEN-MEILLEUR
Thierry MALO
Hugues MASSÉ
James J. MERLEAU
Geneviève PARENT
Marie-Catherine POULIN-TALBOT
Laurence PROVENÇAL-VINCENT
Jérôme PROULX
Sébastien QUESSY
Simon RICARD
Caroline RICHARD
Valérie ROBITAILLE
Gabrielle ROY
Andréanne SIMARD
Marie-Christine SIMARD
Guillaume TALBOT
Marie-Ève THÉROUX
Dany VOHL

COMMUNAUTÉ ÉTUDIANTE

Étudiants à la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

Julie CÔTÉ
Julie DEAULT
Jennifer HOLDNER
Anie LAUZON
Marie-Ève MASI
Alexandre RICHARD

Étudiants à la maîtrise de recherche en sciences de l'eau

Ilham AISSAOUI FQAYEH
Mélanie ASSELIN
Claudie BEAULIEU[1]
Joëlle BÉRUBÉ
Luc BÉRUBÉ[1]
Frédéric BOILY[1]
Laurent BONNIFAIT[1]
Vincent BOURRET
Julie BRETON
Emmanuelle CARON
Christian CHARRON
Jean-Philippe CHENEL[1]
Sébastien CHOUINARD[1]
Julie CORRIVEAU[1]
Raoul-Marie COUTURE[1]
Aurélie DHENAIN[1]
Maria DISSANSKA[1]
Hugo DROUIN
Mathieu DROUIN[1]
Maïtée DUBOIS
Julie DUMAS
Naziha FAOUT
Nicolas GARCEAU
Maude GIASSON
Nicolas GIGNAC[1]
Marianne GOULET[1]
Kim Huong HOANG
Gonel JOSEPH[1]
Véronique JOURDAIN
Brigitte LABERGE
Martin-Pierre LAVIGNE
Michel LAVOIE
Julie L'HEUREUX[1]
Frédéric MALONEY
Eve NANTEL[1]
Jord ORVOINE[1]
Valérie OUELLET
Nathalie PAQUET
Bronwen PAVEY
Ambroise PERCHERON
Alain PERRON[1]
Mélanie PINATTON
Édith POULIN[1]
Isabelle PROULX
Marie-Josée RACINE[1]
Khalid Hafizur RAHMAN[1]
Benoît RICARD[1]
Simon RICARD
Guillaume ROGEL
Mauro SULIS[1]
Joannie TREMBLAY
Vicky TREMBLAY
Yohann TREMBLAY
Yvan TREMBLAY
Xue Jing ZHENG

Étudiants à la maîtrise en sciences de la terre

Christine BEAUSOLEIL
Valérie BÉCU[1]
Jean-François BISAILLON[1]
Véronique BLAIS[1]
Daniel BLANCHETTE
Vincent BOISVERT[1]
Geneviève BORDELEAU
Esther BORDET
Maude BOUCHER
Bruno BOUSSICAULT
Yves CARON
Marc-André CARRIER
Anne CROTEAU
Jérôme DUBÉ
Éric FAUVEAU
Marie-Josée GAUTHIER
Mathieu GINGRAS
Michael HABERMAN
Alain LANGLAIS
François LAROUCHE
Marc-André LAVIGNE
Annie MÉNARD[1]
Stéphane MONTREUIL
Valérie NADEAU
Karine NAULT
Thomas OUELLON
Geneviève PARENT
Sharon PARSONS
Jimmy POULIN
Marie-Catherine POULIN-THALBOT
Cintia RACINE[1]
Marie-Noëlle RIVERIN
Caroline ROBERGE[1]
Nathalie SIMÉON

[1] Départ au cours de l'année

Julie SMITH
Émilie TREMBLAY-PAQUET
Giselle WAGNER

Étudiants au doctorat en sciences de l'eau

Kokou ADJALLE
Md. Shah ALAMGIR
Muriel AURIOL
Driss BARRAOUI
Isabel BEAUCHESNE
Claudie BEAULIEU
Loubna BENYAHYA
Jonathan BERNIER
Ghislain BONGO
Amiel BOULLEMANT
Satinder Kaur BRAR
Sophie CAPLANNE
Claudio José CAVALCANTE BLANCO[1]
Anthony CHAPPAZ
Jean-Philippe CHENEL
Sophie COOPER
Julie CORRIVEAU
Raoul-Marie COUTURE
Louis CROISETIÈRE
Maria DISSANSKA
Zied DJEDIDI
Cécile DOUKOURÉ
Leila DRIDI[1]
Mathieu DROUIN
Dany DUMONT
Ali EL BATTAY
Kamal EL-HAJI
Guillaume EVIN
Stéphane FEYTE
Rebecca FILLION
Laura FRANÇOIS
Charles GAUTHIER
Imen GHERBOUDJ
Martine GRENIER
Fatima HAMMY[1]
Edgar HERRERA-GUZMAN
David HUARD
Sandra IMBEAULT[1]
Amélie JANIN
Patricia JOHNSTON
Md. Abul KASHEM
Jalal KHALDOUNE
Bahaa KHALIL
Lisa KRAEMER[1]
Kanza LACHHAB[1]
Romain LANOS
Dominique LAPOINTE
Rachid LARIDI[1]
Julia MOUTON
Kristin MUELLER
Trang NGUYEN
Ha PHAM THI THANH
Annie POULIN
Mathieu QUENUM
Nicolas ROLLAND
Caroline SÉVIGNY
Bala SUBRAMANIAN SELLAMUTHU
Mauro SULIS
Simon TARDIF
Yves TRAMBLAY
Lan Huong TRAN
Patrice TREMBLAY
Nguyen Bao TRINH
Richard TURCOTTE
Mausam VERMA
Dang Khanh VU
Song YAN

Étudiants au doctorat en sciences de la terre

Vladimir ANTONOFF
Maxime AUBERT
Jean-Christophe AZNAR
Anne-Laure BONNET
Angus CALDERHEAD
Emmanuelle CECCHI
Nicoleta CIOBANAS
Antoine COTTIN
Stéphanie CUVEN
Gérald DERMONT
André DROUIN
Mathieu DUCHESNE
Gregory DUFRÉCHOU
Weimin FU[1]
François HARDY
Belkacem LAHMIRA
Lise LAMARCHE
Mathieu LAPORTE-SAUMURE
François LECLERC
Mylène LEVASSEUR
Jeffrey Keith LEWIS
Jorge Enrique MEDINA-LOPEZ
Patrick MERCIER-LANGEVIN[1]
Philippe PAGÉ
Jean-François RAVENELLE
Stéphanie ROY
Stephan SÉJOURNÉ
Kenneth WILLIAMSON
Régis XHARDÉ

[1] Départ au cours de l'année

Maîtrise en sciences de l'eau

Responsables :
André ST-HILAIRE (M. de recherche)
Alain N. ROUSSEAU (M. professionnelle)

L'INRS offre, depuis 1971, un programme d'études avancées multidisciplinaires en environnement conduisant à la ***Maîtrise en sciences de l'eau***. Seul au Québec à décerner une maîtrise en sciences dans le domaine de l'eau, le Centre ETE assure, par ce programme, un élargissement des connaissances spécialisées, nécessaires aux diplômés de premier cycle qui désirent étudier les problèmes de cette ressource importante. À la fin de sa formation, le diplômé aura appris, au contact des équipes de recherche, à contribuer efficacement aux travaux de groupes multidisciplinaires et devrait, de ce fait, trouver plus facilement un emploi dans un marché du travail vaste et diversifié.

Le profil de formation avec mémoire comporte d'abord un tronc commun de matières obligatoires dont l'enseignement assure à tous les étudiants une connaissance de base des disciplines reliées à l'eau; des travaux pratiques et des projets concrétisent l'enseignement et le complètent. La suite du programme de formation permet à l'étudiant de démontrer son originalité et son aptitude à parfaire une recherche en présentant un mémoire, tout en orientant, au moyen d'un choix de trois cours, sa spécialisation dans un ou deux champs d'intérêt.

Le profil sans mémoire vise à former des professionnels qui interviendront surtout dans la réalisation et la gestion de projets en sciences de l'eau. Ce programme vise également à répondre aux besoins de formation continue auxquels les intervenants en sciences de l'eau ont à faire face. Cette formation continue est rendue particulièrement nécessaire pour acquérir les connaissances et les outils leur permettant d'aborder les problématiques environnementales complexes auxquelles ils sont confrontés.

La maîtrise sans mémoire en sciences de l'eau s'adresse, d'une façon générale, aux diplômés en sciences naturelles et en génie qui cherchent une formation spécialisée orientée vers les applications. Elle s'adresse également aux professionnels oeuvrant déjà dans les bureaux de génie-conseil, les laboratoires et les agences des secteurs privés et gouvernementaux.

Le profil de formation sans mémoire comporte aussi un ensemble de matières obligatoires dont l'enseignement assure à tous les étudiants une connaissance de base des disciplines reliées à l'eau; des travaux pratiques et des projets concrétisent l'enseignement et le complètent. La suite du programme de formation permet à l'étudiant de personnaliser sa formation au moyen d'un choix de huit crédits de cours. Finalement, la réalisation d'un stage en milieu professionnel permet à l'étudiant d'acquérir une expérience pratique et d'appliquer certaines des notions apprises durant sa formation.

Admission à la Maîtrise en sciences de l'eau. Le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, dans une discipline pertinente des sciences pures ou appliquées, ou posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente. De plus, il doit y avoir adéquation entre la formation antérieure du candidat et celle requise pour entreprendre des études dans le programme d'enseignement visé.

Profil avec mémoire. Le candidat doit démontrer que ses orientations de recherche sont conformes aux objectifs des programmes de recherche qui supportent le programme d'enseignement visé.

Le candidat doit posséder un dossier académique de haute qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,2 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le candidat doit avoir choisi un directeur de recherche et obtenu l'acceptation motivée de celui-ci.

Le programme de maîtrise avec mémoire est un programme d'études comportant quarante-cinq (45) crédits, dont dix-huit (18) sont consacrés aux cours et vingt-sept (27) aux activités de recherche. Les trois (3) cours de base, de trois (3) crédits chacun, sont Mathématiques appliquées, Hydrologie et Limnologie, et une activité de terrain d'un (1) crédit complète le tout. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les cours suivants : Hydrogéologie, Introduction au droit de l'eau et de l'environnement, Introduction à l'administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Chimie environnementale de la neige, Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux

usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physicochimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de systèmes, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notion de géologie, Droit et contrôle de la pollution, et Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement. Les vingt-sept (27) autres crédits sont consacrés aux activités de recherche (séminaires, conférences et mémoire).

Profil sans mémoire. Le candidat doit posséder un dossier académique de qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,0 (sur 4,3) ou l'équivalent. Le programme de maîtrise sans mémoire comporte quarante-cinq (45) crédits dont vingt-cinq (25) sont consacrés aux douze (12) activités de base suivantes : Hydrologie, Limnologie : eaux lacustres et eaux courantes, Mathématiques appliquées, Stage de terrain, Hydrogéologie, Droit de l'eau et de l'environnement, Administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Gestion de projet en eau et environnement, Échantillonnage et suivi environnemental, Techniques d'analyses en laboratoire, et Recherches bibliographiques. Douze (12) crédits sont alloués pour un stage en milieu professionnel. Les huit (8) autres crédits doivent être choisis parmi les activités suivantes : Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydrogéologique, Analyse de systèmes, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notions de géologie, Droit et contrôle de la pollution, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Assainissement et épuration en milieu urbain, Contrôle de la pollution industrielle, Contrôle de la pollution agricole, Gestion des substances toxiques et des matières dangereuses, Technologies de restauration, Études d'impacts, Modèles hydrologiques de bassins versants, Initiation aux modèles hydrodynamiques, Modèles en hydrogéologie, SIG et bases de données en hydrologie, Application de logiciels statistiques, et Application de la télédétection aux sciences de l'eau. Au cours de l'année 2005-2006, dix (10) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle en sciences de l'eau avec mémoire et cinq (5) étudiants au profil sans mémoire, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits entre le 1er juin 2005 et le 31 mai 2006 à cinquante-cinq (55). Durant la même période, vingt-cinq (25) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de l'eau de l'Université du Québec, soit dix-huit (18) avec mémoire et sept (7) sans mémoire.

Maîtrise en sciences de la terre

Responsable :
Normand TASSÉ

En 1992, l'Université Laval rendait conjoints ses programmes d'études graduées en y associant l'INRS. Les étudiants, inscrits dans l'institution d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent ainsi leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval, pour compléter une ***Maîtrise en sciences de la terre***. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète et permet de supporter deux grands axes de formation « Géodynamique et ressources » et « Géoingénierie et environnement ».

Les activités de recherche favorisent la multidisciplinarité et l'intégration. L'étroite collaboration entre les chercheurs et l'intégration des résultats des différentes disciplines contribuent à l'approfondissement et à l'élargissement des connaissances relatives aux problématiques étudiées. De plus, la collaboration avec des partenaires gouvernementaux, universitaires et du secteur privé est un facteur stimulant pour la recherche géologique au Québec.

Le programme de maîtrise avec mémoire permet à l'étudiant d'acquérir des connaissances générales avancées, d'approfondir un domaine particulier de la géologie ou du génie géologique, de s'initier à la recherche scientifique et d'acquérir une préparation adéquate à la pratique professionnelle de la géologie ou du génie géologique.

Le programme de maîtrise sans mémoire est axé sur les techniques environnementales. Il est structuré à partir de cours généraux communs à plusieurs spécialisations, de cours spécialisés dans le domaine des technologies environnementales à l'extérieur et dans la discipline des personnes inscrites au programme.

Admission à la Maîtrise en sciences de la terre. Le candidat doit être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, en sciences de la terre, en géologie, en génie géologique, ou dans un domaine connexe, ou posséder les connaissances requises, une formation appropriée et une expérience jugée pertinente.

Profil avec mémoire. Le candidat doit avoir été accepté par un directeur de recherche qui est en mesure de confirmer cette acceptation, de même que l'existence d'un projet de recherche réaliste et la disponibilité des ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation du projet.

Le candidat doit posséder un dossier académique de haute qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 2,7 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le programme de maîtrise avec mémoire est un programme d'études comportant quarante-cinq (45) crédits, dont quatorze (14) sont consacrés aux cours et trente et un (31) aux activités de recherche. Les cours Méthodologie de la recherche et Séminaire de présentation des travaux de maîtrise, d'un (1) crédit chacun, sont obligatoires. Les douze (12) crédits de cours optionnels sont choisis par l'étudiant en fonction de la spécialisation recherchée.

Pour la concentration « Géodynamique et Ressources », l'étudiant doit choisir au moins un (1) cours parmi les suivants : Faciès et milieux sédimentaires, Orogènes : atelier pratique, Sédimentologie des carbonates récents, et Terrains de haut-grade métamorphique : processus et analyse; ainsi qu'au moins deux (2) cours parmi les suivants : Analyse de bassins : principes et méthodes, Pétrogenèse des faciès sédimentaires, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Géodynamique continentale, Géodynamique océanique, Géologie des Appalaches, Analyse structurale des tectonites, Pétrogenèse des systèmes magmatiques, Géochimie de haute température, Formation du pétrole, Métallogénie, et Systèmes hydrothermaux.

Pour la concentration « Géoingénierie et Environnement », l'étudiant doit choisir un minimum de six (6) crédits parmi les cours suivants : Gestion et restauration des nappes et des sols contaminés, Écoulement multiphase en milieux poreux, Modélisation en hydrogéologie, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Hydrogéologie des contaminants, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Formes et processus en milieu fluvial, Dynamique sédimentaire, Dynamique des environnements quaternaires, Minéralogie déterminative, Minéralogie des argiles, Microanalyse et microscopie électronique en géologie, Propriétés physico-chimiques des matériaux fins, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Durabilité du béton, et Conception et gestion des chaussées ; ou au moins neuf (9) crédits parmi les cours suivants : Géotechnique environnementale, Géotechnique marine et côtière, Mécanique des sols avancée, Mesures *in situ* en géotechnique, et Géotechnique des régions froides. Pour les deux concentrations, il est également possible de prendre un ou plusieurs des cours suivants : Sujets spéciaux (géologie), Réalisation d'application en SIRS, et Gestion de projets.

Profil sans mémoire. Le candidat doit posséder un dossier académique de qualité, dont de bons résultats scolaires d'au moins 3,0 (sur 4,3) ou l'équivalent.

Le programme de maîtrise sans mémoire comporte quarante-cinq (45) crédits dont douze (12) pour la rédaction d'un essai et trente-trois (33) crédits pour les cours, qui doivent être choisis de la façon suivante : un minimum de six (6) crédits et un maximum de douze (12), parmi les cours Droit de l'environnement, Principes d'économie de l'environnement, Évaluation et gestion de risques en santé environnementale, et Systèmes de gestion de l'environnement; un minimum de six (6) crédits, et un maximum de douze (12), parmi les cours Fondements des systèmes d'information géographique, Variabilité spatio-temporelle en science du sol, Transport des solutés en milieu non saturé, Infiltration et drainage, Chimie de l'assainissement, Microbiologie de l'assainissement, Gestion des déchets dangereux, et Diagnostic en microbiologie environnementale; un minimum de douze (12) crédits et un maximum de dix-huit (18), parmi les cours Hydrogéologie des contaminants, Modélisation en hydrogéologie, Gestion et restauration des nappes et des sols contaminés, Écoulement multiphase en milieux poreux, Géotechnique environnementale, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation de procédés de séparation physique, et Géochimie de basse température.

Au cours de l'année 2005-2006, sept (7) étudiants se sont inscrits au programme de deuxième cycle en sciences de la terre, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits entre le 1er juin 2005 et le 31 mai 2006 à trente-sept (37). Durant la même période, sept (7) étudiants ont obtenu leur diplôme de maîtrise en sciences de la terre de l'Université du Québec.

Doctorat en sciences de l'eau

Responsable :
Charles GOBEIL

Depuis 1979, l'INRS offre un programme de troisième cycle en environnement donnant lieu à un ***Doctorat en sciences de l'eau***. La compréhension des problèmes environnementaux reliés à l'eau nécessite l'apport de plusieurs disciplines scientifiques et leur résolution demande une approche multidisciplinaire réelle et intégrale. Le programme de doctorat en sciences de l'eau vise à former des chercheurs spécialisés capables de cerner et de résoudre ces problèmes, et de répondre ainsi aux besoins sociaux qui se manifestent dans ce secteur. Il permet à l'étudiant d'élargir et d'approfondir ses connaissances dans le domaine de l'eau et de l'environnement, tout en lui permettant de se spécialiser dans un des champs d'études qui y sont reliés.

Pour être admis au programme de doctorat en sciences de l'eau, le candidat doit être titulaire d'une maîtrise, ou l'équivalent, en sciences de l'eau, en sciences fondamentales ou en sciences appliquées; ou être titulaire d'un baccalauréat, ou l'équivalent, dans une des disciplines mentionnées précédemment et posséder les connaissances requises et une formation appropriée.

Le programme de doctorat en sciences de l'eau comporte quatre-vingt-dix (90) crédits répartis de la façon suivante. L'étudiant doit accumuler seize (16) crédits parmi les cours mentionnés ci-dessous : Hydrogéologie, Introduction au droit de l'eau et de l'environnement, Introduction à l'administration publique de l'eau, Statistiques d'échantillonnage et de suivi, Chimie physique des eaux douces, Écologie aquatique, Chimie environnementale de la neige, Chimie environnementale de la glace, Contamination souterraine, Écotoxicologie aquatique, Toxiques inorganiques, Toxiques organiques, Traitement préliminaire et primaire des eaux usées, Traitement biologique aérobie des eaux usées, Traitement tertiaire des eaux usées, Traitement anaérobie des eaux usées, Traitement des eaux potables, Aménagement des habitats des poissons d'eau douce, Ichtyologie, Écologie du plancton lacustre, Micro-organismes planctoniques et surveillance biologique, Modélisation hydrodynamique, Modélisation physico-chimique, Modélisation hydro-géologique, Analyse de système de la ressource eau, Systèmes experts, Tests statistiques, Lois statistiques, Statistiques multivariées, Télédétection - Principes de base, Télédétection - Extraction de l'information, Paléolimnologie, Aménagement de bassins hydrographiques forestiers, Notions de géologie, Droit et contrôle de la pollution, Problèmes d'administration publique de l'eau et de l'environnement, Travail dirigé, Cours spéciaux, et Problèmes spéciaux. En plus, l'étudiant doit effectuer un travail dirigé de quatre (4) crédits, présenter un séminaire équivalant à un (1) crédit, participer aux séminaires et conférences accordant un (1) crédit; enfin, il doit se soumettre à un examen doctoral comptant pour six (6) crédits. La thèse, pour sa part, compte pour soixante-deux (62) crédits.

Au cours de l'année 2005-2006, vingt (20) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle en sciences de l'eau, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits au doctorat entre le 1er juin 2005 et le 31 mai 2006 à soixante-sept (67). Durant la même période, sept (7) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de l'eau de l'Université du Québec.

Doctorat en sciences de la terre

Responsable :
Normand TASSÉ

En 1992, l'Université Laval rendait conjoints ses programmes d'études graduées en y associant l'INRS. Les étudiants, inscrits dans l'institution d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent ainsi leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval, pour compléter un ***Doctorat en sciences de la terre***. Cette association permet un plus grand choix de sujets de recherche, une liste de cours plus complète, et le soutien de deux grands axes de formation : « Géodynamique et ressources » et « Géoingénierie et environnement ».

Les activités de recherche favorisent la multidisciplinarité et l'intégration. L'étroite collaboration entre les chercheurs et l'intégration des résultats des différentes disciplines contribuent à l'approfondissement et à l'élargissement des connaissances relatives aux problématiques étudiées. De plus, la collaboration avec des partenaires gouvernementaux, universitaires et du secteur privé est un facteur stimulant pour la recherche géologique au Québec.

Le programme de doctorat en sciences de la terre est axé sur des activités de recherche et permet une spécialisation avancée dans divers domaines de la géologie fondamentale ou appliquée. Il permet à l'étudiant d'exceller dans des activités professionnelles de recherche ou d'enseignement universitaire.

Pour être admis au programme de doctorat en sciences de la terre, le candidat doit être titulaire d'une maîtrise ès sciences ou d'un diplôme jugé équivalent, ou posséder les connaissances requises et une formation appropriée. Il doit posséder un dossier académique au-dessus de la moyenne et avoir démontré des aptitudes à conduire une recherche originale. De plus, le candidat doit avoir été accepté par un directeur de recherche et s'être entretenu avec celui-ci sur un projet de recherche particulier et sur la disponibilité des ressources humaines et matérielles nécessaires à sa réalisation.

Le programme de doctorat en sciences de la terre comporte quatre-vingt-dix (90) crédits dont quatre-vingt-un (81) pour la thèse et une scolarité minimale de neuf (9) crédits. La scolarité inclut un examen doctoral de trois (3) crédits. Selon la sanction de l'examen doctoral, l'étudiant peut se voir imposer un cours sur la méthodologie de la recherche. L'étudiant choisit ses cours optionnels en fonction de son domaine de spécialisation. Les cours communs aux deux spécialisations sont : Sujets spéciaux (géologie), Réalisation d'application en SIRS, et Gestion de projets. Pour la concentration « Géodynamique et Ressources », l'étudiant doit choisir au moins un cours parmi les suivants : Faciès et milieux sédimentaires, Orogènes : atelier pratique, Sédimentologie des carbonates récents, et Terrains de haut-grade métamorphique : processus et analyse ; les autres cours sont choisis parmi les suivants : Analyse de bassins : principes et méthodes, Pétrogenèse des faciès sédimentaires, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Géodynamique continentale, Géodynamique océanique, Géologie des Appalaches, Analyse structurale des tectonites, Pétrogenèse des systèmes magmatiques, Géochimie de haute température, Formation du pétrole, Métallogénie, et Systèmes hydrothermaux. Pour la concentration « Géoingénierie et Environnement », les cours doivent être choisis parmi les suivants : Gestion et restauration des nappes et des sols contaminés, Écoulement multiphase en milieux poreux, Modélisation en hydrogéologie, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Hydrogéologie des contaminants, Géochimie de basse température, Géochimie des isotopes stables, Formes et processus en milieu fluvial, Dynamique sédimentaire, Dynamique des environnements quaternaires, Minéralogie déterminative, Minéralogie des argiles, Microanalyse et microscopie électronique en géologie, Propriétés physico-chimiques des matériaux fins, Traitement des matériaux contaminés solides par utilisation des procédés de séparation physique, Durabilité du béton, Conception et gestion des chaussées, Géotechnique environnementale, Géotechnique marine et côtière, Mécanique des sols avancée, Mesures *in situ* en géotechnique, et Géotechnique des régions froides.

Au cours de l'année 2005-2006, sept (7) étudiants se sont inscrits au programme de troisième cycle en sciences de la terre, ce qui porte le nombre total d'étudiants inscrits au doctorat entre le 1er juin 2005 et le 31 mai 2006 à vingt-neuf (29). Durant la même période, deux (2) étudiants ont obtenu leur diplôme de doctorat en sciences de la terre de l'Université du Québec.

Recherche

Dans le cadre de la programmation scientifique du Centre ETE, les activités ont été regroupées en quatre grands domaines de recherche :

L'hydrologie et la gestion intégrée des ressources hydriques;
La biogéochimie et les problématiques de contamination;
La géodynamique des ressources et de l'environnement;
L'assainissement et la décontamination environnementale.

Les travaux du Centre font appel à deux approches méthodologiques majeures : d'une part, l'étude, en laboratoire ou dans leur milieu naturel, de processus tels le transport atmosphérique des polluants ou le cheminement des contaminants dans le cycle hydrologique et, d'autre part, la modélisation et la simulation de ces mêmes processus et l'élaboration de méthodes d'analyse de données appliquées aux phénomènes hydrauliques, hydrologiques et géologiques.

Plusieurs projets effectués dans le cadre des quatre domaines de recherche du Centre comportent à la fois l'étude des processus et leur modélisation.

Chacun des quatre domaines de recherche regroupe des projets qui répondent soit à une demande spécifique d'organismes extérieurs, soit à un problème spécifique - souvent rencontré lors de la réalisation de la recherche contractuelle - qui a fait l'objet d'une subvention.

Aïcha ACHAB, professeure honoraire
Géodynamique

Stratigraphie et maturation thermique des « séquences-cibles » de l'Ordovicien du Québec.

Les données recueillies au cours des deux dernières décennies sur la palynostratigraphie et la maturation thermique des séquences ordoviciennes des Basses-Terres du Saint-Laurent et d'Anticosti ont été synthétisées. Les principaux niveaux stratigraphiques, considérés comme « cibles » lors de travaux d'exploration pétrolière, ont été caractérisés, du point de vue stratigraphique en terme de biozones de chitinozoaires. Leur niveau de maturation thermique a également été évalué sur la base de la coloration des palynomorphes et du pouvoir réflecteur des éléments figurés de la matière organique. L'intégration de ces différentes données a permis de délimiter les principaux secteurs ordoviciens favorables à l'exploration des hydrocarbures.

Paléogéographie et paléoclimat de l'Ordovicien

Les courbes de biodiversité établies pour les paléocontinents Laurentia, Gondwana et Baltica dans le cadre du projet géoscientifique international IGCP 410 ont été, dans le contexte du nouveau projet IGCP 503, analysées pour établir un lien éventuel entre la biodiversité, la paléogéographie et le paléoclimat. Le patron et l'amplitude des fluctuations observées sur les différentes courbes ont été analysés en fonction des conditions régionales et globales qui prévalaient durant l'Ordovicien. De fortes corrélations ont été mises en évidence entre la biodiversité et les changements paléogéographiques, la circulation océanique, la composition chimique de l'eau de mer, la fluctuation du niveau marin et les changements climatiques. À l'échelle régionale, les événements tectoniques et le volcanisme qui leur est associé semblent également avoir une incidence sur la diversité.

Jean-Christian AUCLAIR, professeur Assainissement

Synthèse de la struvite à partir du lisier de porc

La struvite est une composante des fertilisants, dont le principal avantage est sa dissolution très lente dans les sols, ce qui minimise les pertes en phosphore et en azote ammoniacal dans les eaux de ruissellement. Ce projet vise le développement d'un dispositif expérimental économiquement rentable à « l'échelle de la ferme », pour récupérer la struvite des eaux digérées anaérobies du lisier de porc, minimisant ainsi les apports en ammonium et en orthophosphates de la composante liquide aux eaux de ruissellement. La struvite obtenue serait alors vendue aux industries impliquées dans la fabrication des fertilisants. / CRIQ / Coll.: H. Benmoussa (CRIQ).

Jean BÉDARD, professeur associé Géodynamique

Le volcanisme Mafique sur la Marge Laurentienne

Magmatisme Ordovicien et Siluro-Dévonien en Gaspésie, Québec. (Suites transitionnelles à alcalines contaminées reliées à des domaines transtentionnaux.) De nouvelles données géochronologiques impliquent l'obduction d'un mélange accrétionnaire sur la marge. Des travaux ont débuté sur la provenance des clastes ignés dans les conglomérats à la base de la séquence post-Taconique. / Coll.: M.Malo et C.Dupuis (INRS-ETE) et M. Villeneuve (CGC-Ottawa).

Stratigraphie de la Région de Chibougamau et origine des Filons-Couches du Complexe de Cummings : Une étude pétrographique, géochimique et minéralogique sur des filons associés avec la Fm. De Gilman dans la région de Chibougamau (ceinture archéenne de l'Abitibi) est en cours dans le cadre de la thèse de F. Leclerc, en collaboration avec N.Goulet (UQAM) et L. Harris (INRS-ETE).

Mario BERGERON, professeur Géodynamique

Développement de procédés d'extraction des métaux du groupe du platine et d'enrichissement de chromites

Ce projet vise le développement de nouvelles technologies permettant l'enrichissement de la chromite et l'extraction des métaux du groupe du platine par des approches employant la carbochloruration à sec. Les mises au point de ces technologies apparaissent essentielles à l'exploitation de gîtes de type chromite platinifère. L'un de ces gîtes, le gîte Ménarik, est la propriété de Ressources Minières Pro-Or Inc. Pro-Or travaille depuis plusieurs années au développement de cette propriété et dernièrement, Pro-Or a financé des travaux importants, à l'INRS-ETE, portant sur une synthèse des données géologiques, géochimiques métallogéniques, métallurgiques et géophysiques du gîte Ménarik. Les chercheurs de l'INRS ont, entre autres choses, élaboré un programme de recherche détaillé sur une nouvelle approche métallurgique très prometteuse et excessivement bien adaptée à l'exploitation de gîtes du type Ménarik.

Afin de simplifier l'extraction des MGP de chromites, une voie métallurgique alternative à la pyrométallurgie est proposée. Ce processus est basé sur la transformation des phases minérales contenant des éléments du groupe du platine en des composés chlorurés fortement solubles dans HCl. Ces réactions sont effectuées par chloruration à sec. Ce processus d'extraction comprend deux grandes étapes, une première, celle de chloruration, permettant la transformation des phases platinifères en des composés chlorurés. Ces composés chlorurés ne sont pas volatils à la température de chloruration et demeurent donc dans le réacteur (ils ne sont pas distillés). Dans la deuxième étape, le chlorurateur (le réacteur de chloruration) est vidangé. Les solides sont alors disposés dans une solution de HCl où la dissolution des phases platinifères est effectuée. Cette étape est rapide et hautement efficace. Par la suite, la purification des éléments du groupe du platine peut être effectuée par des technologies existantes.

Cette technologie permet aussi l'enrichissement de la chromite. D'une manière simplifiée, FeO est extrait sélectivement de la chromite sous forme de $FeCl_3$ gazeux pour laisser un résidu de chromite montrant un rapport Cr/Fe élevé. Dans le cas où une matrice de chromite platinifère est utilisée comme matériel de départ, les réactions de chloruration des phases métalliques transportant les éléments du groupe du platine, de même que les réactions conduisant à la production de chromite montrant un rapport Cr/Fe élevé, peuvent être effectuées simultanément.

L'INRS-ETE a effectué des travaux importants de chloruration de concentrés de flottation de MGP pour des sociétés sud-africaines. L'INRS-ETE a présenté à Pro-Or une nouvelle variation du procédé de chloruration par ajout d'un réducteur permettant de réaliser la carbochloruration de concentrés de chromites platinifères. Les travaux proposés ont été divisés en deux phases. La phase 1 implique le développement du procédé à l'échelle laboratoire, tandis que la phase 2 vise la réalisation d'essais à l'échelle pilote. Les travaux de la phase 2 sont actuellement en cours de réalisation. Ces travaux visent deux objectifs. Premièrement, prouver que la transposition de la technologie élaborée à l'échelle laboratoire est possible à l'échelle industrielle. Deuxièmement,

obtenir des données technico-économiques sur le procédé. Ces travaux sont réalisés avec l'appui des compagnies Phytronix technologies et Johnston-Vermette. De concert avec l'INRS-ETE ces deux compagnies ont travaillé à modifier le montage expérimental employé à l'échelle laboratoire de façon à ce que celui-ci soit d'une portée opérable à une échelle industrielle. En parallèle, des essais sur la corrosion de plusieurs types de matériaux ont été effectués. Ces essais avaient pour but d'identifier les matériaux les plus propices à être utilisés pour la construction du réacteur pilote. Le design envisagé impliquait un réacteur rotatif opérant en continu et dont une section était dédiée à la condensation des phases chlorurées volatiles. De façon à maximiser l'emploi du chlore, un circuit de recyclage a été ajouté au concept original. Un système de détection infrarouge permet de doser le chlore à la sortie du réacteur et, si nécessaire, celui-ci est redirigé en début de procédé. Le prototype est complètement automatisé en regard de la prise de données sur la consommation en énergie et en réactifs chimiques. La partie la plus sensible sur prototype est le réacteur qui est conçu avec un matériel apte à supporter les effets hautement corrosifs des mélanges gazeux employés comme réactifs.

Jusqu'à présent, deux types de matériaux ont été testés avec le prototype. Le premier de ces matériaux est un solide réfractaire obtenu du recyclage de composantes automobiles très riches en métaux du groupe platine. Le procédé permet d'extraire 60 onces Troy de métaux précieux par tonne métrique de matériel. Le deuxième matériel testé consistait en des concentrés de chromites. Le procédé permet d'augmenter le rapport chrome sur fer de la chromite originale se situant au départ à 1,5. Après traitement, le rapport Cr/Fe atteint 22 pour une concentration en Cr_2O_3 de 50 %. Les résultats de pilotage sont conformes à ceux obtenus à l'échelle laboratoire. Les données technico-économiques obtenues montrent que les deux procédés sont applicables à l'échelle industrielle. Des modifications mécaniques sont présentement en cours afin de rendre le prototype plus optimal en regard de l'écoulement du matériel. Ces modifications sont mineures et visent à améliorer les systèmes d'alimentation et de dépoussiérage du prototype. Plusieurs brevets ont été obtenus afin de protéger ces technologies et d'autres sont en cours d'examen dans des pays cibles où l'introduction de ces technologies pourrait avoir un impact important par rapport aux procédés actuellement employés. Co-responsable : Marc Richer-Laflèche.

Traitement de sols et sédiments contaminés par des contaminants mixtes

Les activités industrielles près des zones urbaines et portuaires entraînent une contamination variable des sols et sédiments. Un grand nombre de sites contaminés présents dans ces zones ont déjà été identifiés par les agences gouvernementales et municipales. Les sols contaminés sont souvent localisés dans des secteurs montrant un fort potentiel pour une restauration d'un environnement urbain propice à un développement harmonieux des villes. Advenant la disponibilité de technologies de décontamination efficaces, d'anciennes zones industrielles souvent localisées près des centres-villes pourraient être mises en valeur. Actuellement, la majorité des sols contaminés sont excavés et disposés dans des sites d'enfouissement. Selon les agences gouvernementales, les sols contaminés en milieu urbain contiennent souvent des contaminants mixtes de types organique et inorganique. Il existe une grande panoplie de technologies permettant le traitement de matériaux affectés par des contaminants organiques. Cependant, très peu de procédés sont actuellement disponibles pour traiter des sols contaminés par des composés inorganiques ou mixtes. L'objectif principal de cette thématique est de développer des procédés de traitement applicables, entre autres choses, à des sols et des sédiments contaminés simultanément par des composés organiques et inorganiques. De façon à minimiser les coûts de restauration, l'utilisation de méthodes de traitement de minerai les moins coûteuses, parmi celles que l'on retrouve dans l'industrie minière, est apparue pertinente. Dans l'optique d'une application environnementale, ces méthodes ont pour fonction de concentrer les contaminants afin de produire un rejet décontaminé. Plusieurs projets sont en cours, qui portent sur de nouvelles utilisations des techniques minéralurgiques à des fins environnementales. Ainsi, on examine actuellement la récupération de fines particules métalliques et de divers contaminants organiques en utilisant des techniques de flottation et des concentrateurs gravitaires.

Des travaux visant des applications industrielles de nouvelles technologies de traitement ont aussi été réalisés. Au cours des dernières années, notre équipe a développé en collaboration avec COREM, le CEMRS et Dragage Verreault deux procédés de traitement des contaminants mixtes, l'un applicable aux sédiments, l'autre aux sols contaminés. Les procédés ont été testés aux échelles laboratoire et pilote. Plusieurs brevets ont été obtenus afin de protéger les technologies développées. Au cours de la prochaine année Dragage Verreault vise le démarrage d'une usine de traitement de sols contaminés.

Normand BERGERON, professeur Géodynamique

Géosalar I : Utilisation de la géomatique pour la caractérisation de l'habitat fluvial et la modélisation de la production de saumoneaux en rivière (Rivière Sainte-Marguerite)

Ce projet consiste à appliquer les développements récents, dans le domaine de la géomatique, à la problématique de la modélisation de la production de saumon atlantique en rivière en fonction des caractéristiques de l'habitat fluvial. La partie du projet portant sur l'habitat physique consiste à utiliser la photogrammétrie digitale, l'analyse d'images et les Systèmes d'Information Géographique (SIG), afin de modéliser la disponibilité d'habitat fluvial du saumon atlantique à partir d'un survol photographique à basse altitude de la rivière et d'images obliques récoltées à différents points le long de la rivière. La partie biologique du projet consiste à utiliser les données d'habitat physique afin de modéliser la variabilité spatiale et temporelle de la production de smolts à l'intérieur du bassin de drainage. Ces résultats permettront d'améliorer les modèles empiriques actuellement utilisés pour la gestion des stocks de saumon de la province de Québec. /Réseaux de centre d'excellence Geoïde, Hydro-Québec, CIRSA inc., Génivar, Société de la Faune et des Parcs du Québec. / Coll.: J. Dodson, M. Lapointe, S. Lane, D. Boisclair, F. Caron.

Géosalar II: Modélisation des déplacements des saumons atlantique juvéniles en fonction des caractéristiques physiques des habitats fluviaux et estuariens

Le principal objectif du projet consiste à suivre le déplacement des saumons juvéniles dans les différents habitats qu'ils utilisent au cours de leur cycle de vie afin de comprendre comment la structure spatiale et la variation temporelle des habitats fluviaux et estuariens interagissent avec le comportement des poissons pour déterminer la production de poissons d'une rivière. Plus spécifiquement, le projet vise à développer des outils géomatiques permettant 1) le suivi et le positionnement des poissons en rivière et en estuaire et 2) la caractérisation rapide et efficace des habitats fluviaux et estuariens. Ce projet intègre donc les sciences géomatiques et biologiques afin d'adresser une problématique environnementale critique : la conservation des populations de saumons atlantique et de leur habitat en rivière et dans les zones côtières adjacentes. / Réseaux de centre d'excellence Geoïde, Hydro-Québec, Atlantic Salmon Federation, Fondation du saumon du grand Gaspé, Aquasalmo, Génivar, Société de la Faune et des Parcs du Québec. / Coll.: J. Dodson, M. Lapointe, S. Lane, T. Buffin-Bélanger.

Géomorphologie fluviale et habitat hivernal des saumons en rivière

Bien que les rivières canadiennes soient, pour la plupart, recouvertes de glace lors de la saison hivernale, relativement peu d'information est disponible concernant l'effet de la présence d'un couvert de glace sur la géomorphologie et l'écologie des rivières. L'objectif à long terme de ce programme de recherche consiste à mieux comprendre l'effet des formes et processus fluviaux qui déterminent l'habitat d'hiver des saumons en rivière. Pour les quatre prochaines années, les objectifs spécifiques de la recherche sont : i) d'examiner l'effet de la formation et du développement du couvert de glace sur les variations temporelles de l'infiltration des sédiments fins dans les nids de saumons lors de l'incubation; et ii) d'analyser les variations spatiales et temporelles de l'habitat d'hiver des saumons atlantique juvéniles en relation avec la taille du cours d'eau, les conditions de glace et le débit. La première question sera étudiée en documentant, sur le terrain, les variations temporelles de l'infiltration des sédiments fins dans des nids artificiels de saumons. La deuxième question sera approchée en documentant, sur le terrain, les variations spatiales et temporelles de l'habitat d'hiver des saumons juvéniles de façon à : i) déterminer l'effet des changements géomorphologiques des rivières vers l'aval sur la disponibilité d'habitat d'hiver; et ii) analyser l'effet de la glace et des débits d'étiages hivernaux sur la disponibilité de cet habitat / CRSNG.

Hydrologie

Fabrication d'un système de suivi d'ombles de fontaine utilisant la technologie PIT Tag

Le système a été installé à la porte en aval de la passe migratoire située à l'exutoire du lac Portneuf. / Groupe-Conseil Génivar Inc.

Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia, Québec

Dans cette partie du projet, nous proposons d'effectuer un carottage des sédiments du fond du lac Huard, situé sur la Branche du Lac de la rivière Cascapédia, et d'analyser ces carottes afin de déterminer l'évolution historique de la production de sédiments fins. Il est connu que les sédiments lacustres enregistrent les variations temporelles de la production de sédiments. Dans nos milieux, une couche annuelle de sédiments est déposée au fond du lac. L'épaisseur de cette couche, ainsi que les caractéristiques (taille, densité) des sédiments qui la composent, fournissent un portrait des sédiments fins transportés par la rivière. La carotte permet d'analyser chacune des couches préservées au fond du lac et de

déterminer l'évolution historique de la production de sédiments dans le bassin. Couplé à cette étude stratigraphique, nous effectuerons une recherche afin de déterminer l'historique des coupes forestières dans le bassin de drainage du lac Huard. Ces informations seront compilées sur un système d'information géographique. Ces deux types d'information seront ensuite mis en relation afin de déterminer l'historique de la relation entre les coupes forestières et la production de sédiments fins dans le bassin de la Cascapédia. / Ministère des Ressources naturelles du Québec, CIRSA, Société Cascapédia / Coll.: P. Francus, M. Lapointe.

Monique BERNIER, professeure
Hydrologie

Développement d'outils pour l'utilisation de la polarimétrie radar comme source d'information en hydrologie/glaciologie.

La mise en orbite en 2002 du satellite européen ENVISAT muni d'un capteur radra multipolarisation (HH, VV, VH. HV) ainsi que la venue prochaine des radars polarimétriques du satellite japonais ALOS (2004) et du satellite canadien RADARSAT-2 (2005) représentent de nouvelles sources de données à comprendre et de nouvelles informations à exploiter. Dans ce contexte, l'objectif à long terme est l'intégration des informations dérivées de la polarimétrie radar dans des systèmes d'aide à la décision pour le suivi du couvert nival, du gel du sol, la prévision des inondations et des embâcles. Les objectifs au cours des cinq prochaines années sont : 1) déterminer l'apport des données ASAR (multipolarisation) d'ENVISAT pour la cartographie de l'équivalent en eau du couvert nival et la cartographie du gel du sol ; 2) en collaboration avec le professeur Eric Pottier de l'Institut d'Électronique et de télécommunications de Rennes (IETR) et de J.-P. Dedieu du Laboratoire de Glaciologie et de Géophysique de l'Environnement, modéliser la réponse polarimétrique du couvert nival, développer des descripteurs polarimétriques spécifiques au couvert nival et valider les algorithmes et descripteurs développés en analysant des données polarimétriques aéroportées afin de restituer les paramètres physiques de la neige et de l'état du sol ; 3) modéliser la réponse polarimétrique de la glace de rivière et analyser des données aéroportées afin de restituer l'épaisseur de la glace ou la présence du frasil sous la glace ; 4) déterminer l'apport des données polarimétriques de RADARSAT-2 pour la restitution des paramètres physiques de la neige (épaisseur, densité, humidité) et ceux de la glace de rivière (épaisseur, rugosité, présence de frasil sous la glace) ; 5) en collaboration avec les collègues de l'Université York (V. Tao), développer un réseau ouvert sur la toile (WEB) pour l'intégration de données environnementales et d'informations extraites des données radar et leur distribution aux gestionnaires de la ressource. CRSNG / Coll.: E. Van Bochove, M. Nolin (AAC), E. Pottier (IETR, France), J.-P. Dedieu (LGGE/France).

Infrastructure du Centre d'études nordiques (CEN)

Le Centre d'études nordiques (CEN) est un centre FCAR depuis 1982. La direction du CEN et son administration centrale sont à l'Université Laval. Il regroupe actuellement 26 chercheurs universitaires (U. Laval, UQAR, INRS, UQTR). Le CEN a pour objectif principal de développer les connaissances fondamentales et appliquées sur les populations, les écosystèmes et les ressources renouvelables (forêts, faune, eau, tourbe, sols) des régions froides et les changements qui l'affectent dans le contexte des grands enjeux que représentent les changements climatiques, les grandes perturbations naturelles et anthropiques, la santé environnementale et la biodiversité en région nordique et en milieu montagnard. De plus, les territoires circumboréaux et circumpolaires sont reconnus comme abritant des écosystèmes hautement sensibles et marqués par des changements mesurables qui sont indicateurs et parfois précurseurs de changements planétaires. Le CEN offre un service de soutien à la recherche nordique et à la formation de chercheurs avec sa station de recherche de Whapmagoostui-Kuujjuarpik. La station a aussi une infrastructure satellite sur le bassin de la rivière La Grande (Radisson), une seconde à la limite nordique des forêts au sud-est d'Inukjuak et une troisième à l'île Bylot, dans l'Arctique. Le CEN réalise ses travaux dans le Nord-Est américain et fait contrepoids aux regroupements de chercheurs de l'Université de l'Alaska et de l'Université du Colorado à Boulder (INSTAAR). Les activités de recherche dans lesquelles l'INRS-ETE est impliqué sont les études sur la paléohydraulicité dans les complexes hydroélectriques du nord, l'hydro-climatologie nordique, l'analyse de l'hydrologie hivernale et le suivi du couvert de glace en rivière, de même que le suivi des propriétés du couvert nival et la cartographie des tourbières de la Jamésie. La subvention totale du FQRNT pour le Centre de recherche et l'accès aux stations nordiques est de 500 500 $/année pour six ans. / FQRNT / Coll.: T. Ouarda, I. Laurion (INRS-ETE), Y. Bégin (Directeur du CEN, U. Laval) et 22 autres chercheurs des universités Laval, UQAR et UQAM.

Suivi du couvert de glace en rivière et du gel du sol à l'aide du radar, des SIG et de la modélisation

Les trois activités de recherche proposées font suite aux activités de l'année 2004-2005. Elles s'inscrivent dans le cadre de trois thèses de doctorat: volet 1) Développement d'une approche contextuelle pour l'analyse de la glace de la rivière Saint-François (Québec) à partir d'images RADARSAT-1. En effet, les données radar peuvent être une source intéressante d'informations sur la glace de rivière, bien que certaines limitations surviennent lorsqu'on tente de caractériser la glace à partir du seul signal radar. Il s'agit de compléter le développement du système d'information géographique (plate-forme ArcView) pour la caractérisation du chenal de la rivière Saint-François, et d'élaborer une approche de classification contextuelle des images radar à partir du logiciel de classification «Ecognition» ; volet 2) Développement d'un modèle de rétrodiffusion pour la glace de rivière. Contrairement aux glaces des mers, très peu d'études théoriques existent sur l'interaction du signal radar avec le couvert de glace d'eau douce. La rétrodiffusion du signal après sa pénétration dans le couvert de glace est liée à plusieurs mécanismes complexes de diffusion reliés à la présence d'air, de cristaux de glace et de neige humide ; volet 3) Cartographier le gel du sol à l'échelle du Bras d'Henri, sous-bassin versant des rivières Beaurivage et Chaudière au sud de Québec, à l'aide d'images radar. Pour se faire, il faudra préciser les relations entre la température de l'air, l'épaisseur et la densité du couvert de neige, le type de sol, la profondeur du gel du sol et les coefficients de rétrodiffusion extraits d'images radar. La méthodologie implique l'acquisition d'images radar et de données in situ, le traitement des images issues de trois sources différentes (monopolarisation : RADARSAT-1,multipolarisations et polarimétriques : ENVISAT-ASAR), la saisie des données dans un Système d'Information Géographique (SIG) et le développement d'un algorithme pour la cartographie du sol en milieu agricole. / Environnement Canada, Service météorologique du Canada, CRYSYS / Coll.: T. Ouarda, et Y. Gauthier (INRS-ETE), E. Van Bochove (AAC).

Projet GRIP - Cartographie du gel d'un sol agricole sous couvert de neige à l'échelle d'un bassin versant à l'aide de données polarimétriques

Le signal radar rétrodiffusé par un sol est directement influencé par sa constante diélectrique et indirectement par sa température sous le point de congélation. En effet, puisque le contraste diélectrique entre le sol et l'air est plus faible lorsque le sol est gelé (peu ou pas d'eau liquide), il y a moins d'énergie diffusée à la surface. D'autre part, la plupart des radars utilisent une seule information du coefficient de rétrodiffusion (l'amplitude, grandeur scalaire). Pourtant, le champ électrique des ondes est une grandeur vectorielle. Nous voulons donc vérifier si la polarimétrie (amplitude et phase) peut apporter une information supplémentaire pour la cartographie du gel du sol. Cette information sur la phase permet une meilleure caractérisation des interactions de l'onde électromagnétique avec la surface imagée et donne la possibilité de séparer les contributions du sol de celles de la présence ou de l'absence du couvert végétal. Notre objectif principal est d'évaluer la faisabilité de cartographier le gel du sol par la polarimétrie RSO (RADARSAT-1, ENVISAT et RADARSAT-2). Sous-objectifs: i) préciser les relations entre, d'une part, la température de l'air, l'épaisseur et la densité du couvert de neige et, d'autre part, les coefficients de rétrodiffusion extraits d'images radar polarimétriques (RADARSAT-1, ENVISAT et RADARSAT-2/Convair-580) en fonction de l'état d'un sol agricole (température, teneur en eau, rugosité) et de sa texture ; iii) mesurer l'importance relative de différents facteurs physiques environnementaux (température de l'air, épaisseur de la neige, humidité et température du sol) affectant la présence de glace dans le sol et les échanges énergétiques et hydriques entre le sol, la neige et l'atmosphère ; iii) traiter les images et développer des algorithmes pour relier le signal rétrodiffusé dans les différentes polarisations (HH, HV, VH, VV) et la température mesurée *in situ* au sol. / Agence spatiale canadienne et Agriculture Canada / Earth Sciences-Government Related Initiatives Program (GRIP) / Coll.: S. Savary et Y. Gauthier (INRS-ETE), E. Van Bochove et M. Nolin (Agriculture Canada).

Aqualyse des tourbières dans le Complexe La Grande

Ce projet aborde la dynamique récente des tourbières du Complexe La Grande en considérant les objectifs suivants : 1) évaluer l'état écologique actuel des tourbières en fonction de leur structure spatiale, en comparant l'étendue et la répartition des compartiments terrestres (buttes et dépressions) et aquatiques (mares et petits lacs). Pour ce faire, la superficie totale couverte par les tourbières minérotrophes et celle des ombrotrophes seront calculées à l'aide d'une classification d'images TM du satellite LANDSAT-5 (23 images). Pour des zones témoins, la proportion des compartiments aquatiques et terrestres sera estimée à partir d'images satellitaires de haute résolution de type Quickbird (60 cm) ou IKONOS (2 m) et des contrôles au sol; 2) évaluer les changements récents de la structure spatiale des tourbières en mesurant les pertes et les gains de chaque compartiment dans l'espace et le temps, ainsi que les variations du couvert arborescent. Tout changement du régime hydrologique des tourbières sera évalué à l'aide de marqueurs biotiques, comme les arbres et la stratigraphie des

couches de tourbe de surface et de marqueurs physiques, comme le pergélisol. 3) mesurer la variabilité (saisonnière, annuelle) des paramètres hydro-météorologiques nécessaires à l'estimation du bilan hydrique des tourbières: i. précipitations solides et liquides; ii) débit à l'exutoire; iii. variations du niveau de la nappe phréatique et iv. évapotranspiration. Des bassins (tourbières) représentatifs seront délimités et cartographiés à l'aide d'un théodolite. Un profil complet de l'épaisseur et la densité de la tourbe ainsi que la bathymétrie des lacs et des mares de ces bassins seront aussi effectués ; 4) évaluer statistiquement la relation entre les variables hydro-météorologiques et les caractéristiques physiographiques des différents types de tourbière et procéder à une évaluation des modifications éventuelles au régime hydrologique des tourbières associées aux changements climatiques par l'analyse de conditions passées analogues à celles prévues par les scénarios de changement climatique. / U. Laval / CRSNG: Programme de subvention de recherche et développement coopérative et Ouranos / Coll.: A. St-Hilaire, L.M. Pâquet, Y. Gauthier (INRS-ETE). S. Payette, responsable du projet (U.Laval/Centre d'études nordiques), M. Garneau (UQAM), I. Chartier (Ouranos).

Apports de l'imagerie radar et des SIG à la cartographie hydrogéologique et à la gestion intégrée des ressources en eau : cas de la région semi-montagneuse à l'ouest de la Côte d'Ivoire

Le secteur d'étude est la région semi-montagneuse de Man (ouest de la Côte d'Ivoire). Le climat humide (1 600 mm de pluie par an, saison pluvieuse de huit mois (mars-octobre) et les conditions météorologiques (présence quasi permanente de nébulosité) rendent très difficiles les études environnementales à partir des seules images de télédétection optique. En effet, les ondes électromagnétiques du visible et de l'infrarouge sont fortement diffusées, absorbées et réfractées par les nuages réduisant ainsi les variations spatiales de la luminance enregistrée au capteur. Le recours à l'imagerie radar s'avère donc indispensable pour la cartographie des états de surface de cette partie du pays. Les traitements à effectuer concernent l'exploitation des images optiques et/ou leur combinaison aux images radar et aux données exogènes pour la cartographie des états de surface (analyse de texture, classifications par les réseaux de neurones). La deuxième thématique autour de laquelle se concentrent les travaux est la cartographie des descripteurs hydrologiques et hydrogéologiques. La première phase porte sur l'exploitation du Modèle Numérique d'Altitude (MNA) du bassin versant du N'zo. (représentation en 3D des états de surface). La deuxième phase porte sur l'analyse de la variabilité spatio-temporelle des paramètres hydrométéorologiques (débits des cours d'eau, précipitations) du bassin versant du N'zo. En plus de l'analyse statistique, le modèle hydrologique HYDROTEL, développé à l'INRS-ÉTÉ, est utilisé pour réaliser des simulations. / Agence universitaire de la francophonie (AUF) / Coll.: R. Lefebvre (INRS-ETE), F. Kouame (responsable du projet) et J. Biémi, Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT), Laboratoire Associé Francophone de l'AUF N°401, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), E. Tonye, Laboratoire d'Électronique et du Traitement du Signal (LETS), Laboratoire Associé Francophone de l'AUF N°601, Université de Yaoundé 1 (CAMEROUN).

FRAZIL : Expertises intégrées vers le développement d'un système de prévision des inondations dues aux embâcles

Le but du projet FRAZIL est de développer un système de type SIG, en support à la modélisation de l'écoulement en rivière lors de la période hivernale, dans un contexte de prévision des inondations reliées aux embâcles, de gestion des installations hydroélectriques en rivières et de navigation fluviale. Le système caractérisera les principaux paramètres modifiant le comportement de la rivière en hiver soit dans un premier temps, la température et la physiographie du chenal, puis dans un second temps, l'écoulement et le couvert de glace. Le système intégrera et permettra l'échange de données de sources diverses (stations de mesure, bases de données, télédétection (RADARSAT), modèles, etc.) et permettra de mettre en commun des expertises diverses, pour donner le portrait détaillé (passé et présent) des conditions hydriques et glaciaires sur la rivière, en vue de l'estimation des conditions à venir. Le projet comprend six modules (sous-objectifs) qui consistent à caractériser le chenal, la climatologie, l'écoulement, le couvert de glace, le risque et les dommages potentiels reliés aux embâcles et le développement d'outils de régionalisation et d'échanges d'information. Le système visera particulièrement à fournir des informations sur le couvert de glace à partir de données radar satellitaires. Pour y parvenir, deux aspects seront étudiés: a) la compréhension de l'interaction entre le signal radar en bande C (5 GHz) et le couvert de glace laquelle se fera par modélisation et expérimentation en laboratoire et b) la caractérisation de la glace de rivière à partir d'images RADARSAT, en combinant les données (Peace River, Athabaska River, rivière Saint-François, rivière Châteauguay, Missouri River) et l'expertise disponible dans le réseau de chercheurs du projet FRAZIL (U. Alberta, B.C. HYDRO, CRREL, ÉTS, INRS-ETE, Université de Rennes 1). Ce sera fait en utilisant la texture des images disponibles, les méthodes de classification non-supervisée et orientée objet, les relations empiriques entre le signal et les paramètres du couvert de glace (épaisseur). Aussi, les données polarimétriques déjà acquises sur les rivières Athabaska et Saint-François seront analysées, en

préparation des données RADARSAT-2 (2006). / RCE GEOIDE / Coll.: T. Ouarda, M. Leclerc, Y. Gauthier, K. Chokmani, L.M. Pâquet, (INRS-ETE), F. Hick (U. Alberta), R. Leconte, (ÉTS), Centre d'Expertise Hydrique, Hydro-Québec, B.C. Hydro, Environnement Canada, Cold Region Research Laboratory (USA), Institut Electronique et Télécommunications de Rennes, UMR CNRS 6164 (France).

Développements d'algorithmes pour le suivi par satellite de la couverture de neige au sol à l'échelle du bassin versant

Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une étude multidisciplinaire appuyée par le consortium OURANOS visant à valider les éléments importants du cycle hydrologique dans les simulations du Modèle Régional Canadien du Climat (MRCC) sur le Québec. Or, le couvert nival est un facteur clé dans la modélisation du cycle hydrologique au Canada. La source conventionnelle d'information est le réseau de stations météorologiques où sont effectuées des observations journalières de la présence et/ou de la profondeur de la neige. Ce réseau de stations ne permet pas de fournir des données assez précises pour suivre l'état du couvert nival à grande échelle et avec une bonne résolution spatiale et ce, en raison de sa faible densité et de sa distribution spatiale non optimale. Les données satellitaires représentent alors des sources alternatives d'information sur l'étendue du couvert nival et son équivalent en eau. Le premier objectif du projet est de développer une procédure pour cartographier l'étendue de la neige et suivre son évolution dans le temps et dans l'espace en utilisant conjointement les données dans le visible et l'infrarouge provenant du capteur AVHRR de NOAA et celles dans les micro-ondes passives provenant du capteur SSM/I embarqué sur le satellite DMSP. Le deuxième objectif consiste à développer une méthodologie pour la cartographie de l'équivalent en eau de la neige (EEN) à partir d'images SSM/I et AMSR-E (Advanced Microwave Scanning Radiometer - Earth Observing System) adaptée à l'environnement du territoire québécois. Les algorithmes développés serviront à valider les sorties du MRCC, ce qui permettra de développer un modèle représentant mieux la réalité physique des bassins versants du Québec et de faire des simulations plus réalistes des conditions futures (long terme). D'autre part, les algorithmes développés pourront être utilisés pour suivre sur une base journalière les conditions d'enneigement (étendue du couvert nival, équivalent en eau) des différents bassins gérés par Hydro-Québec pour la prévision à court terme de la production hydroélectrique. / CRSNG: Programme de subvention de recherche et développement coopérative et Hydro-Québec (Ouranos) Coll.: K. Chokmani, Y. Gauthier (INRS-ETE), K Goita et A. Royer (U. de Sherbrooke), D. De Sève, N. Devora, D. Tabsoba (IREQ), R. Roy (Ouranos/Hydro-Québec).

Estimation du rapport bénéfice/coût relatif à l'emploi du modèle EQeau

Dans le cadre de la deuxième phase du projet européen EO-Hydro (Agence spatiale européenne) qui vise à répondre aux besoins en information des compagnies productrices d'hydroélectricité, une étude bénéfice/coût relative à l'emploi du modèle EQeau pour la cartographie d'équivalent en eau de la neige au sol à partir d'images RADAR doit être réalisée. Une analyse théorique portant sur l'impact de l'ensemble des sources d'erreur du modèle EQeau sur l'estimation finale de l'équivalent en eau a été menée à l'INRS-ETE dans le cadre du projet EQeau-Polar (2004). Toutefois, cette incertitude est relative à la valeur d'équivalent en eau estimée au niveau du pixel d'EQeau. Afin de pouvoir estimer le rapport bénéfice/coût relatif à l'emploi du modèle EQeau, il est aussi nécessaire d'avoir une idée sur l'incertitude sur les valeurs d'équivalent d'eau de la neige (EEN) utilisées actuellement par les services d'Hydro-Québec (estimées à partir des lignes de neige au sol). Cette incertitude doit également tenir compte de l'extrapolation des valeurs mesurées de l'échelle locale vers l'échelle du bassin versant. Par conséquent, il nous est nécessaire de connaître la procédure par laquelle les cartes d'EEN produites par EQeau seraient intégrées dans le processus de prévision des apports (ex. les valeurs seront-elles moyennées par sous-bassin?), ce qui nous permettra de calculer l'incertitude sur les valeurs intégrées de l'EEN satellitaires. En résumé, sachant l'incertitude de chacune des méthodes, il sera alors possible de calculer le gain ou la perte d'exactitude (« précision ») engendré par la méthode satellitaire par rapport à la technique utilisée actuellement. Par la suite, en se basant sur l'étude réalisée à l'INRS-Eau en 1999 basée sur des gains hypothétiques, on pourra estimer le ratio bénéfice/coût de l'approche actuelle. Il faut rappeler que l'étude de 1999 avait élaboré un modèle qui prédit les rapports bénéfices/coûts résultant de gains hypothétiques de précision provenant de l'emploi de la méthode EQeau / VIASAT GEO-TECHNOLOGIES. / Coll.: K. Chokmani (INRS-ETE).

Jean-François BLAIS, professeur
Assainissement

Décontamination et stabilisation de biosolides

Le traitement des eaux usées urbaines et industrielles entraîne une production croissante de boues d'épuration. Ces diverses boues doivent évidemment être éliminées ou, encore mieux, être valorisées en minimisant les risques pour la santé humaine et les écosystèmes. La valorisation de ces boues est toutefois restreinte par la présence de contaminants inorganiques (métaux) et organiques toxiques, ainsi que par les risques associés à la présence de germes pathogènes. La

génération d'odeurs nauséabondes, lorsque les boues ne sont pas bien stabilisées, constitue également une contrainte à la valorisation de ces biomasses. Finalement, les difficultés rencontrées lors de la déshydratation mécanique des boues représentent un autre défi auxquels les exploitants de stations d'épuration sont confrontés sur une base régulière. Ce projet vise à améliorer et à élargir les domaines d'applications de deux groupes de technologies de traitement des boues développées par notre équipe, soit, d'une part, le procédé STABIOX qui permet de stabiliser (élimination des odeurs, destruction des organismes pathogènes) les boues et d'améliorer leurs caractéristiques de déshydratation et, d'autre part, les procédés METIX (BS, BF et AC) de décontamination (enlèvement des métaux toxiques, élimination des odeurs et destruction des germes pathogènes) des boues générées dans les stations d'épuration des eaux usées municipales et industrielles, et ce, afin d'accroître le potentiel de valorisation de ces biosolides pour la fertilisation des sols. Les performances de ces technologies ont été évaluées sur certains types de boues à l'échelle pilote dans le cadre d'autres projets. Toutefois, certains aspects de ces procédés restent à étudier avant de pouvoir passer à une commercialisation à l'échelle nationale et internationale. Dans le cadre de ce projet, les travaux porteront sur les objectifs de recherche suivants: 1) l'élargissement des applications de STABIOX; 2) l'élargissement des applications de METIX; 3) l'intégration d'un traitement électrochimique aux procédés METIX et STABIOX. / CRSNG-Subvention à la découverte.

Chaire de recherche du Canada en décontamination environnementale

Les activités du programme de recherche et de développement proposé par le candidat peuvent être regroupées selon deux axes principaux soit : 1) la mise au point de procédés de décontamination de matrices polluées par les métaux et d'autres polluants; 2) le développement de procédés de stabilisation, de conditionnement et de séparation de biomasses. En ce qui concerne la décontamination de matrices polluées, les objectifs visés porteront sur : A) la mise au point de procédés permettant simultanément l'enlèvement des métaux et des composés organiques toxiques dans des sols et des boues; B) l'étude comparative de diverses technologies pour le traitement de lixiviats et effluents chargés en métaux; C) le développement de procédés électrochimiques de traitement de lixiviats et effluents chargés en métaux et contaminants organiques. Les objectifs ciblés concernant les procédés de stabilisation, de conditionnement et de séparation de biomasses sont, quant à eux, les suivants : D) l'étude des caractéristiques d'un nouveau coagulant produit par transformation chimique des boues rouges; E) l'étude des mécanismes impliqués dans la floculation des boues acides décontaminées en présence d'un nouveau coagulant; F) le développement de procédés électrochimiques de stabilisation de biomasses. / Chaires de recherche du Canada.

Stabilisation, traitement et décontamination de biosolides

Ce projet vise à développer deux groupes de technologies de traitement des boues, soit, d'une part, le procédé ELECSTAB qui permet de stabiliser (élimination des odeurs, destruction des organismes pathogènes) les boues et d'améliorer leurs caractéristiques de déshydratation et, d'autre part, le procédé ELECDEC de décontamination (enlèvement des métaux toxiques, élimination des odeurs et destruction des germes pathogènes) des boues générées dans les stations d'épuration des eaux usées municipales et industrielles et ce, afin d'accroître le potentiel de valorisation de ces biosolides pour la fertilisation des sols. Dans le cadre de ce projet, les travaux porteront sur les objectifs de recherche suivants: i) le développement et l'optimisation des procédés électrochimiques de traitement des boues; ii) l'étude de la stabilité à long terme des boues traitées par les procédés électrochimiques de traitement des boues et iii) l'évaluation de la performance de ces procédés électrochimiques sur divers types de boues industrielles. / CRSNG-Stratégique, Innovente inc. / Coll.: M. Bergeron, R.D. Tyagi, G. Mercier, P. Drogui.

Traitement électrolytique de lixiviats issus de procédés de décontamination et d'effluents industriels

Ce projet de recherche s'inscrit dans les efforts conduits depuis plusieurs années par les chercheurs impliqués dans cette demande au développement de technologies de décontamination de divers rejets urbains et industriels (boues d'épuration, cendres volantes, sols et sédiments, déchets d'aluminerie, etc.) pollués par des métaux toxiques. Le présent projet vise notamment à améliorer l'étape de récupération des métaux suite à leur mise en solution et leur enlèvement des matrices contaminées, dans l'optique d'une part, de réduire autant que possible la quantité de résidus métalliques générés et, d'autre part, d'éliminer simultanément certains composés organiques toxiques (hydrocarbures et HAP) pouvant être présents dans ces effluents. Pour ce faire, l'étape de récupération des métaux, réalisée jusqu'à alors par précipitation conventionnelle, lequel traitement génère souvent une quantité importante de résidus métalliques, sera substituée par une technique électrolytique. L'intérêt de ces procédés électrochimiques réside dans leur aspect non polluant, leur facilité d'automatisation et leur capacité à générer des hydroxydes métalliques plus compacts et ayant une forte capacité d'adsorption des contaminants. L'objectif global de

ce projet de recherche est de mettre au point de nouveaux procédés électrochimiques efficaces et économiques pour le traitement de divers types d'effluents contaminés par des métaux toxiques et d'autres contaminants organiques et inorganiques. Dans le cadre de ce projet, trois types de traitements électrolytiques seront étudiés: 1) traitement par électrocoagulation; 2) traitement par électrodéposition; 3) traitement par électro-oxydation et électrodéposition. Dans la première partie de ce projet, les performances des procédés électrochimiques seront d'abord évaluées sur différents types de lixiviats pollués principalement par des métaux et issus de la décontamination de boues d'épuration, de sols et de résidus de contrôle de la pollution de l'air (RCPA) d'incinérateur de déchets. La deuxième partie de la recherche portera sur l'étude du traitement électrolytique de lixiviats de sols contaminés à la fois par des métaux et des hydrocarbures. Finalement, la dernière partie de l'étude consistera en l'étude du traitement par voie électrolytique de trois types d'effluents présentant des cas de contamination mixte, soit : 1) un effluent d'une industrie pétrolière chargée en métaux (Cr, Pb et Zn) et hydrocarbures; 2) un effluent d'un site d'enfouissement sanitaire contaminé en métaux (Cd, Cu, Pb et Zn) et composés phénoliques; et 3) un effluent de décontamination de déchets d'aluminerie pollué par des HAP et des fluorures. Par la suite, les électrotechnologies les plus performantes pour le traitement de chacun des effluents seront testées à l'échelle du pilote pré-industriel en utilisant les installations pilotes disponibles au sein de l'INRS-ETE. / CRSNG-Stratégique, Innovente inc. / Coll.: G. Mercier, R.D. Tyagi, P. Drogui.

Stabilisation et décontamination des boues d'épuration municipales et industrielles par couplage des ultrasons à des procédés chimiques et électrochimiques

Le présent projet vise à améliorer la performance des procédés chimiques et électrochimiques développés au cours des dernières années à l'INRS-ETE pour le traitement des boues d'épuration, et ce, par couplage de ceux-ci avec un procédé de traitement par ultrasons, lequel s'avère être une voie d'avenir pour le traitement de ce type de rejets organiques. De plus, ce projet vise également à élargir les perspectives d'applications de ces technologies en évaluant les possibilités d'éliminer certains polluants organiques toxiques présents dans les boues, ainsi qu'en optimisant l'étape de récupération des métaux extraits des boues, suite aux procédés de décontamination des boues. À titre d'exemple, les boues décontaminées pourraient être utilisées comme substrat alternatif et économique pour des bioproductions (biopesticides, hydrogène...). Les objectifs visés par le présent projet peuvent être définis selon quatre domaines d'activités : 1) couplage des ultrasons et des procédés STABIOX et ELEC-STAB de stabilisation et de conditionnement des boues ; 2) combinaison des ultrasons et des procédés METIX-AC et ELEC-DEC de décontamination des boues; 3) étude de l'enlèvement des composés organiques toxiques dans les boues et de leur utilisation potentielle comme substrat pour la production de produits à valeur ajoutée, et 4) optimisation de l'étape de récupération des métaux extraits des boues. / FQRNT-Projet de recherche en équipe. / Coll.: G. Mercier, R.D. Tyagi, M. Bergeron, P. Drogui, E. Naffrechoux.

Développement de procédés électrochimiques pour le traitement d'effluents et de biosolides contaminés par les métaux toxiques

L'objectif central visé par le présent projet est de réunir l'expertise complémentaire de quatre équipes de recherche oeuvrant dans le domaine du développement de procédés électrochimiques et chimiques en matière de traitement et de décontamination de rejets pollués par les métaux toxiques. Ce regroupement de chercheurs multidisciplinaires permettra d'élargir le bassin de connaissances pour l'élaboration de nouveaux concepts de traitement ou décontamination d'effluents et de biosolides (boues d'épuration). / Agence Universitaire de la Francophonie. / Coll.: E. Naffrechoux, F. Zidane, R. Ben Cheikh, P. Drogui.

Étude de traitabilité par biofiltration des effluents de l'usine de Biscuits Leclerc à Hawkesbury

Cette proposition de recherche vise à étudier la performance d'un procédé de biofiltration sur support de biomasse de type garnissage plastique, pour l'élimination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) et des matières en suspension (MES) présentes dans les effluents de l'usine de Biscuits Leclerc Ltée, située dans la ville de Hawkesbury. Les objectifs spécifiques suivants sont visés par cette recherche : 1) caractériser les effluents de l'usine en vue de leur traitement par voie biologique ; 2) développer une biomasse performante pour le traitement de ce type d'effluent ; 3) étudier la performance d'un biofiltre à base de garnissage plastique sous différentes conditions opératoires (temps de rétention hydraulique, fréquence de lavage du biofiltre, etc.); 4) comparer la performance du traitement en biofiltre à celle obtenue dans un système de traitement de type réacteurs biologiques séquentiels; 5) définir les critères de conception du biofiltre pour une implantation à l'échelle de l'usine de Biscuits Leclerc à Hawkesbury. / Contrat Biscuits Leclerc Ltée / Coll.: G. Mercier, P. Drogui, M. Lounès.

Traitement par électrocoagulation d'effluents fortement chargés : matières organiques, métaux lourds et phosphore

L'objectif global du projet consiste à comparer, à l'échelle laboratoire, la technologie d'électrocoagulation au procédé de coagulation-floculation par ajout de produits chimiques pour le traitement d'effluents fortement chargés : matières organiques, couleur, métaux lourds et phosphore. Les travaux à réaliser lors de cette étude porteront sur l'utilisation de la technologie d'électrocoagulation sur différents types d'eaux contaminées (MES, DCO, DBO5, métaux lourds, phosphore, émulsions, huiles et graisses, hydrocarbures) de façon à en réduire les concentrations en la comparant au procédé de coagulation-floculation par ajout de produits chimiques. L'électrocoagulation est un procédé électrochimique de coagulation pour le traitement des eaux usées. Il permet notamment de rassembler les matières en suspension et surtout les colloïdes présents dans l'eau pour former des flocs. Ce procédé permet aussi d'éliminer les métaux lourds en solution, grâce aux phénomènes de coagulation des hydroxydes métalliques. Parallèlement à cette action de coagulation-floculation, grâce à l'électrolyse de l'eau, la production de microbulles gazeuses aux électrodes peut favoriser le phénomène d'électroflottation et donc, de séparation solide-liquide. Les essais seront réalisés sur les eaux d'abattoirs, les eaux de transformation des viandes, les eaux de production de jus de fruits, les eaux de scieries, les lixiviats de sols contaminés aux métaux lourds et les eaux huileuses contaminées aux hydrocarbures. / CRIQ / Coll.: P. Drogui, H. Benmoussa.

Bernard BOBÉE, professeur émérite Hydrologie

Estimation des événements extrêmes en hydrologie (2002-2006)

L'estimation des événements extrêmes est importante pour la construction d'ouvrages, la gestion des réservoirs à des fins d'alimentation en eau, la production hydroélectrique, le contrôle des inondations et le respect des normes environnementales. L'analyse fréquentielle est un outil privilégié pour estimer les débits de périodes de retour T données. Pour obtenir une estimation adéquate, il importe de choisir la distribution et la méthode d'estimation des paramètres qui représentent le mieux les données. Les travaux effectués ont donné lieu : 1) à une étude approfondie des propriétés des distributions de Halphen de type A, B et B-1 et à leur intégration dans le logiciel HYFRAN. Le logiciel HYFRAN contient 15 distributions (D) et pour chacune d'elles, on a retenu de 1 à 3 méthodes d'ajustement (M); on obtient ainsi 29 combinaisons D/M ; 2) au développement d'un module bayésien d'aide à la décision permettant de classer les combinaisons D/M en fonction de leur adéquation aux données observées à partir de la distribution *a posteriori* de chaque combinaison. Les recherches en cours et prévues concernent : i) le développement d'une méthode de génération aléatoire de variantes suivant les distributions de Halpen de type A, B et B-1, afin de pouvoir effectuer des simulations, en particulier pour étudier le biais des estimateurs obtenus par la méthode du maximum de vraisemblance; ii) l'étude du comportement asymptotique des distributions contenues dans HYFRAN, avec l'objectif d'élaborer un test de comparaison des distributions à partir des valeurs extrêmes de l'échantillon ; et iii) la comparaison des diagrammes des rapports de moments (diagramme de Pearson, de Halphen et des L-moments) pour examiner leur efficacité respective dans le choix *a priori* d'une distribution pour représenter les données observées. / CRSNG-Subvention à la découverte.

Analyse des pluies et crues extrêmes (2006-2007)

L'objectif principal de ce projet est d'étudier les méthodes d'estimation des valeurs extrêmes pour une bonne connaissance des régimes hydro-pluviométriques. De plus, l'analyse des valeurs extrêmes est un élément important pour l'évaluation des impacts et la gestion des inondations et sécheresses. Les objectifs généraux du projet sont : 1) la préparation d'une base de données assez générale pour les régions d'intérêt : Bénin, Maroc, Québec et Tunisie. 2) des études approfondies sur les différents aspects de la théorie des valeurs extrêmes : cas univarié, multivarié, prise en compte de la variabilité spatiale et prise en compte de non-stationnarités pour les quatre régions d'étude. Quatre volets ont été fixés dans le cadre de ce projet. En plus des responsables du projet (Z. Bargaoui et B. Bobée) chaque volet a deux coordinateurs:

Volet A Préparation d'une banque de données : A Bouziane et T. Ouarda
Volet B Analyse univariée des extrêmes : S. El Adlouni et Z. Bargaoui
Volet C Analyse multivariée des extrêmes: A Chebchoub et S. El Adlouni
Volet D Variabilité spatiale des pluies extrêmes: H. Onibon et A. St-Hilaire
Financement AUF

Andrée BOLDUC, professeure associée Géosciences

Cartographie géoscientifique de l'estuaire du Saint-Laurent

Le projet a pour objectif de fournir les connaissances géoscientifiques nécessaires à la prise de décision dans des questions de gestion des ressources concurrentielles dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le golfe est une région

où les usages traditionnels de la mer, soit la pêche et la navigation maritime, sont en compétition avec les demandes de plus en plus grandes liées à la conservation (aires marines protégées, parcs marins), la délimitation de corridors pour l'installation de câbles et/ou pipelines, et autres usages industriels. On parle, entre autres, de la localisation et la construction des infrastructures, des pêches, de l'aquaculture, de la conservation, de la qualité de l'environnement marin, de l'exploration et l'exploitation, traditionnelles et non conventionnelles, des combustibles fossiles. Le golfe étant vaste, une première phase de levés sera effectuée dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, entre l'embouchure du Saguenay et Pointe-des-Monts, région pour laquelle seront produites des cartes, banques de données et rapports interprétés de la morphologie du fond marin, des formations superficielles, des habitats benthiques, des risques géologiques et des ressources potentielles en combustibles fossiles, minéraux et agrégats.

C'est donc grâce à l'acquisition de données multifaisceaux (bathymétrie et rétrodiffusion), de données océanographiques physiques connexes et de validations géologiques et d'habitats benthiques que ce projet permettra l'intégration des données nouvellement acquises aux données archivées pour arriver à une compréhension globale du fond marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. La bathymétrie multifaisceaux à très haute résolution permet de déterminer les indices potentiels de risques naturels en zone profonde et côtière, incluant la stabilité des pentes, la mobilité des sédiments et la distribution et le mouvement de structures sédimentaires de grande envergure; la présence de gaz peu profond ainsi que la distribution des différents types de fonds marins ayant des propriétés portantes variées.

Le projet jettera ainsi les bases des travaux futurs dans le golfe et permettra la planification d'une gestion intégrée basée sur des connaissances géoscientifiques solides.

Peter G.C. CAMPBELL, professeur
Biogéochimie

Spéciation et biodisponibilité de métaux dans les eaux naturelles.

Les recherches réalisées dans ce programme visent à élucider les relations existant entre les formes de métal (c.-à-d., leur spéciation) et leurs effets biologiques. Le terme «spéciation» comprend à la fois les formes de métaux présentes dans les eaux naturelles, les espèces qui se forment à la surface des cellules biologiques, et la distribution des métaux dans le milieu intra-cellulaire. Il s'agit en effet d'un continuum entre la spéciation des métaux dans le milieu d'exposition (biodisponibilité) → spéciation «extracellulaire» à la surface des cellules (uptake) → spéciation «intracellulaire» (détoxication).

Pour plusieurs métaux bivalents (p. ex. Cd, Cu, Pb, Zn) et pour des milieux artificiels étudiés au laboratoire, il existe beaucoup d'évidence à l'effet que la réponse biologique provoquée par le métal dissous dépend de la concentration de l'ion métallique libre, M^{z+}. Pour un organisme aquatique donné, les effets biologiques d'un métal dissous vont également dépendre de divers autres facteurs environnementaux (p. ex. pH, dureté, [Ca], salinité, [matière organique dissoute]). Ces facteurs peuvent, en principe, agir de deux manières : directement sur l'organisme, en influant sur sa physiologie et donc sa sensibilité au métal; et indirectement, en influençant notamment la spéciation du métal dans le milieu. Le présent programme vise le développement d'un modèle général pour prédire la biodisponibilité des métaux traces chez les organismes aquatiques; ce modèle devra tenir compte de la spéciation du métal ainsi que de l'influence directe de divers facteurs environnementaux : la matière organique dissoute, le calcium, la salinité et le pH.

Nos recherches comprennent des éléments de chimie analytique, de (géo)chimie environnementale et de toxicologie aquatique. D'abord, on vise le développement de méthodes analytiques fiables pour déterminer la spéciation de certains métaux traces dissous, aussi bien dans les eaux naturelles que dans les milieux synthétiques utilisés pour des bioessais; nous nous intéressons à des métaux essentiels (p. ex. Cu, Zn) ainsi qu'à des métaux non essentiels (p. ex. Al, Ag, Cd, Hg). L'application de telles méthodes analytiques à des eaux naturelles permet d'étudier le comportement géochimique de ces métaux et d'identifier/ quantifier les facteurs qui contrôlent leur spéciation et leur mobilité. Finalement, on poursuit des recherches écotoxicologiques complémentaires sur ces mêmes métaux, dans le but d'élucider les relations existant entre les formes de métal présentes dans les eaux naturelles et leurs effets biologiques. Pour les métaux cationiques et leurs complexes hydrophiles, nous avons choisi comme point de départ le « Modèle du ligand biotique » (BLM ou *Biotic Ligand Model*), compte tenu de sa capacité indéniable de rationaliser la grande majorité des données toxicologiques obtenues au laboratoire, dans des milieux artificiels. Il s'agit ici de tester les limites du BLM dans des conditions réalistes, notamment en ce qui concerne le pH, la salinité, la présence de ligands organiques naturels et la présence de métabolites assimilables, de poids moléculaire faible.

Cette validation du modèle fait appel à des expériences de prise en charge (*uptake*), où l'on suit de près la cinétique des réactions impliquées (adsorption à la surface biologique; transport à travers la membrane biologique; complexation intracellulaire) et à des bioessais. Les cibles biologiques sont exposées aux métaux, en contrôlant avec soin la spéciation du métal dans le milieu d'exposition. La manipulation de la spéciation des métaux dans le milieu externe permet d'explorer les limites du modèle et de le raffiner. / CRSNG-Subvention à la découverte ; Chaire de recherche du Canada en Écotoxicologie des métaux.

Évaluation des risques écologiques des opérations minières à Chibougamau, Québec

La communauté Cree d'Oujé-Bougoumou s'inquiète des effets cumulatifs des opérations minières qui se déroulent sur son territoire traditionnel depuis environ 50 ans. Dans leurs discussions récentes avec le gouvernement du Québec, il a été convenu que l'on devrait réaliser une évaluation des risques posés par ces opérations minières sur la population humaine et sur l'écosystème (aquatique). Le présent projet ne concerne que ce second volet (évaluation des risques écologiques) et il implique une coordination des activités d'échantillonnage et d'analyse qui sont réalisées par Environnement Québec / Grand Conseil des Cris / Coll.: D. Laliberté (Environnement Québec), P. Wertman (Grand Conseil des Cris), E. Neiboer (U. McMaster).

Biodisponibilité du mercure envers les microorganismes aquatiques

Au Québec, les concentrations en mercure (Hg) chez les poissons piscivores de nos lacs tempérés et subarctiques dépassent régulièrement les normes émises pour la consommation humaine, représentant ainsi un danger pour la santé des utilisateurs de la ressource halieutique (oiseaux et petits mammifères piscivores, humains). Le processus clé, entraînant une hausse de la neurotoxicité et de la capacité d'accumulation du mercure, est sa méthylation en méthylmercure (MeHg), par les bactéries sulfato-réductrices. Afin d'être ainsi méthylé, le mercure doit tout d'abord franchir la membrane de la bactérie. Une fois le MeHg produit et excrété par les bactéries, il doit à nouveau franchir les membranes des organismes à la base du réseau trophique, soit les producteurs primaires tels que les algues. Or, malgré des décennies de recherche soutenue dans le domaine, on ne connaît pas bien les formes chimiques de mercure capables d'effectuer ce transfert transmembranaire chez les bactéries et les algues. Cette information est nécessaire afin de pouvoir comprendre et prédire la disponibilité du mercure dans différents écosystèmes ayant différentes caractéristiques physico-chimiques.

La compréhension des voies de pénétration du Hg au sein des micro-organismes est nécessaire à la prédiction (i) du pouvoir de méthylation du Hg au sein d'un compartiment environnemental (sédiments, colonne d'eau, banc de neige, eau de fonte, etc.), et (ii) du transfert du mercure entre le milieu ambiant et le premier maillon de la chaîne trophique (phytoplancton). Notre projet propose une approche innovante afin de résoudre cette problématique fondamentale et les résultats de cette recherche pourraient grandement accélérer les progrès au sein d'axes connexes, tel que l'évaluation du risque lié au Hg. / FQRNT – Équipes de recherche. / Coll.: M. Amyot (Université de Montréal) ; C. Fortin, S. LeFaucheur et Y. Tremblay (INRS).

Évaluation de la biodisponibilité de l'argent présent dans les sédiments (Centre d'essais et d'expérimentation en munitions de Nicolet)

Pendant plusieurs années, le Centre d'essais et d'expérimentation en munitions de Nicolet a opéré un laboratoire photographique, dont l'effluent a été rejeté directement, sans traitement, dans un petit ruisseau menant vers le lac Saint-Pierre. Le laboratoire est maintenant fermé, mais les sédiments dans le ruisseau qui recevait l'effluent sont fortement contaminés en argent. Ce projet visait à prélever et à caractériser ces sédiments, et à évaluer si l'argent renfermé dans les sédiments pose un risque pour la faune qui vit dans le fossé. Construction et Défense Canada. / Coll.: C. Fortin (INRS).

Expertise sur la géochimie aquatique et sur l'écotoxicité des éléments chimiques contenus dans l'effluent du projet d'usine de Goro Nickel dans le milieu marin du lagon de la Nouvelle-Calédonie

Le présent projet a pour objet la réalisation d'une expertise sur la géochimie aquatique et sur l'écotoxicité des éléments chimiques contenus dans l'effluent du projet d'usine de traitement hydrométallurgique de minerai de nickel et de cobalt de la société Goro Nickel dans le milieu marin du lagon de la Nouvelle-Calédonie. Gouvernement de la Province du Sud, Nouvelle Calédonie. / Coll.: J.-C. Massabuau (Université de Bordeaux), B. Roux (Université de Montpellier), C. Monnin (Université de Toulouse).

Expertise sur la restauration du lac Heney

Au début des années 1990, le gouvernement du Québec a autorisé l'implantation d'une pisciculture sur le lac Heney (Gatineau, Québec). Grâce aux apports en phosphate provenant de la moulée

utilisée pour nourrir les poissons, le lac est rapidement devenu eutrophe. Les riverains ont réussi à faire annuler le permis d'opération de la pisciculture et, suite à un règlement hors cour, le Comité paritaire du lac Heney dispose d'un fonds pour restaurer le lac. Un plan de restauration a été préparé, mais avant de procéder, le Comité paritaire a décidé de faire évaluer le plan par des experts externes. Ce projet consiste donc à analyser l'ensemble de données limnologiques disponibles sur le lac Heney et à statuer sur les chances de succès du plan de restauration proposé. Comité paritaire du lac Heney. / Coll.: F. Pick (Université d'Ottawa), G. Nürnburg (Freshwater Research Inc.).

Daniel CLUIS, professeur honoraire
Hydrologie

Persistance des séries hydrologiques. Utilisation des coefficients d'autocorrélation pour étudier la persistance des séries temporelles en hydrologie quantitative et qualitative

Ce projet vise à résoudre, à moyen terme, trois groupes de problèmes : i) dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'eau, l'estimation des débits massiques constitue un prérequis nécessaire à l'interprétation des phénomènes de transport, à des relations sources-effets et à la calibration des modèles de qualité de l'eau; ii) dans le domaine de l'étude structurale des séries environnementales, les caractéristiques d'asymétrie et de non-stationnarité en moyenne et en variance, ainsi que la présence de valeurs aberrantes, douteuses, censurées ou tronquées, rendent l'analyse difficile. Nous nous attardons à développer des méthodes robustes et des algorithmes permettant la détection structurale des tendances en présence des valeurs aberrantes, où les estimateurs de HUBER seront mis à contribution; iii) dans le domaine des fonctions de transfert entre séries environnementales, nous adapterons les méthodes développées en économétrie pour les rendre robustes à la structure de nos données et suggérerons des hypothèses physiques objectives. / CRSNG-Subvention à la découverte.

Louise CORRIVEAU, professeure associée
Géodynamique

Les gîtes d'oxydes de fer à Cu-Au-U

La compréhension des dépôts métallifères d'oxydes de fer à Cu-Au-U (Ag-Bi-Co) (IOCG) et leurs contextes représente un des plus grands défis en géologie économique contemporaine. Des recherches sont présentement menées sur divers exemples d'IOCG dans le Great Bear Magmatic Zone des Territoires du Nord-Ouest. L'objectif est de mieux cerner le rôle des altérations hydrothermales comme vecteurs de minéralisation et le potentiel uranifère de ce type de contextes au Canada. Ces recherches sont entreprises dans le cadre des programmes Initiative géoscientifique ciblée, Sécurité de l'approvisionnement énergétique du Canada et Investissements stratégiques dans le développement économique du Nord. Elles bénéficient d'un fort appui de l'industrie et du milieu académique. Y collaborent entre autres H. Mumin (Brandon U.), B. Rivard (U. de l'Alberta), V. Jackson et L. Ootes (NTGO), N. Duke et G. Robinson (U. de Western Ontario), et W. Goodfellow, C. Jefferson (CGC), P. Francus, L. Harris et V. Antonoff (INRS-ETE).

La recherche de gîtes à oxydes de fer Cu-Au (U) (IOCG) et autres types de minéralisation en terrains de haut-grade métamorphique

La recherche de gîtes d'oxydes de fer à Cu-Au-U se complexifie encore plus lorsqu'ils sont métamorphisés comme il pourrait en exister dans les terrains géologiques de la province de Grenville. Leur recherche nécessite des stratégies et des outils d'exploration adaptés à ces environnements et une concertation importante entre milieu académique, géoscience publique et industrie. Un consortium de recherche cible certains exemples de contextes IOCG reconnus et de nouvelles cibles d'exploration en terrains frontières. À cette fin, deux étudiants de doctorat dirigés par L. Harris et L. Corriveau et financés par Limestone Basin Resources travaillent sur un système hydrothermal fortement métamorphisé de la province géologique du Grenville et métamorphisent conceptuellement un exemple potentiellement équivalent dans une paléo-marge andine du bouclier canadien (Great Bear Magmatic Zone). Cette recherche s'inscrit aussi au sein du projet Les ressources uranifères au Canada, de Ressources naturelles Canada. Y collaborent entre autres A. Antonoff et G. Dufréchou (INRS-ETE).

Patrice COUTURE, professeur
Biogéochimie

Conséquences métaboliques de l'exposition chronique aux métaux chez les poissons sauvages

Ce programme de recherche examine les effets de la pollution par les métaux sur la santé des poissons sauvages. La perchaude est une espèce abondante et écologiquement importante dans les systèmes d'eaux douces de l'est du Canada, et est la seule espèce présente dans les lacs contaminés aux métaux à proximité des opérations minières et des fonderies de Rouyn-Noranda (QC) et de Sudbury (ON). Notre recherche à ce jour a démontré que la perchaude provenant de lacs contaminés aux métaux était en moins bonne condition et exprimait un taux de

croissance réduit, en comparaison avec les populations non contaminées des environs. Notre recherche actuelle examine plus en détail les mécanismes de toxicité métallique chez les poissons sauvages. Spécifiquement, nous examinons comment l'exposition chronique aux métaux peut endommager les membranes cellulaires, affecter les mitochondries (les organites intracellulaires responsables de la production cellulaire d'énergie) et quelles sont les conséquences pour le métabolisme énergétique et la croissance. En plus de contribuer à l'avancement de notre savoir scientifique, ce programme fournira des informations utiles pour le développement d'outils d'évaluation de risque environnemental. Le Canada regorge de ressources aquatiques exceptionnelles. Il est un chef de file dans la recherche sur la physiologie des poissons et en matière de réglementation environnementale pour l'industrie minière. Ce programme de recherche nous permettra de maintenir notre avance dans ces deux atouts canadiens. / CRSNG-Subvention à la découverte individuelle.

Accumulation, effets et répartition subcellulaire du nickel et du thallium dissous ou d'origine alimentaire chez le tête-de-boule (*Pimephales promelas*)

Les métaux relâchés dans l'environnement aquatique peuvent compromettre notre santé directement, lorsqu'ils sont accumulés par des espèces que l'on consomme, ou indirectement, en modifiant les chaînes alimentaires desquelles ces organismes dépendent. La subvention d'équipe dans laquelle s'insère ce projet examine les processus qui contrôlent le transfert du nickel et du thallium le long d'une chaîne alimentaire aquatique et leur toxicité, des algues aux poissons en passant par les invertébrés. La composante dans laquelle est impliqué le laboratoire de P. Couture vise à évaluer l'importance de la voie d'exposition (aqueuse versus alimentaire) dans l'accumulation, les effets et la répartition subcellulaire du nickel et du thallium chez un poisson, le tête-de-boule. En incorporant les résultats de cette recherche avec celle des autres membres du groupe, ce programme permettra de mieux comprendre les risques pour la faune associés à la contamination des milieux aquatiques par les métaux. / Metals in the Human Environment Research Network (MITHE-RN).

Anne-Catherine FAVRE, professeure Hydrologie

Génération stochastique des précipitations avec prise en compte des changements climatiques

Pour plusieurs applications hydrologiques (gestion des réseaux urbains de drainage, dimensionnement d'ouvrages hydrauliques, modélisation des crues extrêmes...), la longueur des séries débitmétriques à faible pas de temps est insuffisante. Une alternative prometteuse consiste à générer des séries de précipitation à l'aide d'un modèle stochastique qui servent d'entrée à un modèle pluie-débit. Parmi les modèles de génération stochastique de pluie à pas de temps fin (horaire), le modèle de Neyman-Scott à pulsations rectangulaires (Neyman-Scott Rectangular Pulses Model, NSRPM) est le plus apte à reproduire les caractéristiques statistiques des précipitations observées. Cependant, la structure mathématique du modèle permet uniquement de générer des séries de précipitation stationnaires et, par conséquent, n'est pas en mesure, actuellement, de prendre en compte de potentiels changements climatiques. La présente demande vise à combler cette lacune. L'idée, dans ce projet, est d'utiliser une approche basée sur la statistique bayésienne permettant de générer des séries de précipitation non stationnaires de deux manières: i) en supposant que les paramètres du modèle de Neyman-Scott dépendent de variables explicatives climatiques (p. ex. la température); ii) en supposant que les paramètres du modèle de Neyman-Scott dépendent du temps (p. ex. processus de poisson non homogène pour générer l'origine des averses). L'avantage de la méthode bayésienne est qu'elle permet d'effectuer simultanément les analyses statistiques et l'évaluation des conséquences socio-économiques des décisions prises par les gestionnaires des ressources en eau (analyse décisionnelle complète). / FQRNT / Coll.: B. Bobée et T. Ouarda (INRS-ETE).

Prévision hydrologique à court terme en intégrant les prévisions météorologiques d'ensemble

La prévision hydrologique à court terme est une tâche nécessaire pour une gestion efficace des ressources en eaux de surface et pour permettre une réaction adéquate et rapide dans les situations de crise, comme les inondations. Une des manières d'effectuer la prévision consiste à utiliser des données météorologiques qui servent d'intrant à un modèle pluie-débit. Les prévisions météorologiques d'ensemble constituent actuellement le moyen le plus prometteur pour définir l'incertitude sur la prévision météorologique.

Chaque jour, 16 prévisions perturbées et deux prévisions non perturbées de 10 jours sont produites. La moitié des prévisions ainsi produites sont générées à partir du modèle spectral global et l'autre moitié provient des prévisions du modèle GEM (*Global Environmental Multiscale*). Les perturbations sont causées par des paramétrisations et/ou des conditions frontières légèrement différentes (p. ex. perturbation de la température à la surface de la mer, de l'albédo ou de la longueur de rugosité). L'idée est de perturber

tout aspect du système de prévision pour lequel on s'attend à ce que l'incertitude ait une importance.

Une analyse descriptive des prévisions d'ensemble a mis en évidence d'importants problèmes de biais et de sous-dispersion. Il s'agit d'ailleurs d'un problème commun aux trois principaux systèmes de prévisions météorologiques d'ensemble, soit celui du Centre européen de prévision météorologique à moyen terme, celui du US National Center for Atmospheric Research et celui du Service météorologique du Canada : les prévisions émises par ces systèmes sont biaisées et les ensembles obtenus sont moins variables que les observations qu'ils cherchent à simuler (sous-dispersion). Ces défauts doivent être corrigés si l'on veut émettre une prévision hydrologique probabiliste calibrée à partir d'un système de prévisions météorologiques d'ensemble. De plus, les hydrologues manifestent un grand intérêt à pouvoir augmenter le nombre de scénarios hydrologiques. Or, les prévisions météorologiques d'ensemble ne sont pas équiprobables car elles sont liées par des paramétrisations parentes. Il faudra être capable d'en tenir compte pour générer plus de scénarios hydrologiques. Ce projet de recherche vise à intégrer les prévisions météorologiques d'ensemble pour la prévision hydrologique à court terme. / CRSNG-Subvention à la découverte individuelle.

Projets de la PHASE 3 de la Chaire en hydrologie statistique

Axe 2 : Analyse et modélisation des séries chronologiques

L'analyse et la modélisation des séries chronologiques hydroclimatiques recoupent des activités de modélisation statistique, dynamique et déterministe. En raison de la qualité des données disponibles et des limites des modèles utilisés, les résultats obtenus sont généralement fortement incertains, ce qui nous amène à nous pencher sur des problématiques : a) de quantification de l'incertitude; b) de vérification des modèles utilisés et c) de combinaison de différentes approches de modélisation pour aborder un même problème.

A2.1 Modélisation des apports à court terme à des fins de simulation et de prévision

La modélisation statistique des apports naturels à divers pas de temps est cruciale pour Hydro-Québec. Les séries synthétiques constituent les principaux intrants des modèles d'optimisation de la production. Les modèles statistiques utilisés pour générer ou prévoir des apports (p. ex. les modèles périodiques PARMA) reposent souvent sur un nombre trop élevé de paramètres. Ce problème de parcimonie est particulièrement important pour la modélisation des apports hebdomadaires. De plus, ces modèles ne formalisent pas de manière explicite les transitions d'une saison à l'autre (crue, non-crue, etc.) ni à une échelle de temps plus grande (annuelle), les changements possibles d'un régime à l'autre (succession de séquences sèches et humides induites par les variations climatiques). Pour tenter de corriger ces problèmes, on emploie actuellement des approches d'ajustements heuristiques plutôt que de développer un modèle statistique plus réaliste qui peut être plus complexe. Ce projet a pour objectif de construire un modèle d'apports hebdomadaires qui formalise de manière parcimonieuse à la fois les aspects suivants : la dépendance temporelle des apports, le caractère hétérogène du processus et la dépendance spatiale. On envisage le développement de modèles à base de chaînes de Markov cachées.

Le projet A2.1 propose donc une approche radicalement différente des méthodes actuelles de simulation stochastique des apports hebdomadaires, dans le but de remplacer des méthodes traditionnelles déjà poussées à leur limite. En effet, les modèles basés sur des chaînes de Markov cachées, utilisés jusqu'à présent en hydrologie uniquement à des fins de prévision à court terme, ont beaucoup de potentiel pour régler les difficultés inhérentes au pas de temps hebdomadaire, comme l'explosion du nombre de paramètres et les échantillons non homogènes tirés de mélanges de lois. / Hydro-Québec / CRSNG / Coll.: C. Jacques et M. Slivitzky (INRS-ETE), L. Perreault (IREQ), É. Robichaud, N. Thiémonge, D. Tremblay (Hydro-Québec), J.-F. Angers et J. Merleau (Université de Montréal), S. Krau (École Polytechnique de Montréal).

A2.2. Identification et prise en compte des sources d'incertitude dans les modèles conceptuels météo-apport

Ce projet a pour objectif de développer une méthodologie permettant de quantifier l'incertitude entourant les résultats issus de modèles conceptuels météo-apport, par l'identification et la prise en compte des différentes sources d'incertitude, soit les intrants hydrométéorologiques, les paramètres des modèles et la structure de ces modèles.

Dans le but de simplifier le problème, nous proposons d'aborder séparément le problème de la prise en compte de l'incertitude sur les prévisions météorologiques, car cette source d'aléa est pratiquement indépendante des autres. Nous aborderons, par la suite, de façon plus globale l'ensemble des sources d'incertitudes du débit simulé (et non prévu) à l'aide d'un modèle météo-apport, car elles sont fortement reliées. En effet, la qualité des données

hydrométéorologiques observées a un impact sur la qualité de l'étalonnage, et conditionne aussi le type de modèle qui peut être utilisé.

Le projet A2.2 propose d'utiliser l'expertise en hydrologie statistique de la Chaire pour mieux comprendre les limites des modèles déterministes utilisés ou en voie d'implantation pour la prévision des apports à court terme. Malheureusement, les hydrologues qui travaillent à développer des modèles hydrologiques déterministes de plus en plus raffinés consacrent trop peu d'énergie à quantifier les incertitudes inhérentes aux intrants et aux paramètres de ces modèles. Il existe très peu de travaux publiés dans ce domaine et en particulier, pour la modélisation multivariée des erreurs de prévision, pourtant critique lorsqu'il s'agit de gérer à l'aide de prévisions hydrologiques un ensemble d'ouvrages hydrauliques sur une même rivière. / Hydro-Québec / CRSNG / Coll.: C. Jacques, M. Said et M. Slivitzky (INRS-ETE), M. Baudoin, L. Bibeau, I. Chartier, N. Evora et L. Perreault (IREQ), I. Doré, C. Mathieu, É. Robichaud, R. Roy, N. Thiémonge et D. Tremblay (Hydro-Québec), S. Krau (École Polytechnique de Montréal).

Analyse fréquentielle multivariée de la pointe, du volume et de la durée de crue

Les crues sont le plus souvent décrites par trois caractéristiques principales : la pointe, le volume et la durée. Comme ces trois variables sont corrélées, trois analyses fréquentielles univariées ne sont pas en mesure de fournir une évaluation complète de la probabilité d'occurrence de l'événement considéré, par exemple les crues maximales annuelles. De plus, une analyse fréquentielle univariée peut surestimer la sévérité d'un événement particulier et par conséquent augmenter les coûts de construction d'un ouvrage. Plusieurs études considèrent une modélisation bivariée du débit et du volume ou du volume et de la durée. Cependant, aucune étude n'a encore été effectuée en dimension trois sans utiliser une hypothèse erronée de normalité. Le premier but de ce projet est de réaliser une analyse fréquentielle trivariée des crues (pointe, volume et durée) en utilisant les copules. Plusieurs bassins versants seront considérés pour l'application, dont la Romaine. Les résultats de cette analyse permettront de produire des caractéristiques d'intérêt telles que les distributions conjointes, les distributions conditionnelles ainsi que les temps de retour associés.

Une autre application de l'analyse fréquentielle multivariée en hydrologie est la modélisation du risque combiné à l'aval de la confluence de plusieurs rivières ou de la somme de plusieurs sous-bassins en cascade. En effet, pour plusieurs applications, le débit de pointe est le résultat de la combinaison des débits de plusieurs bassins intermédiaires. Il est alors important de tenir compte de la dépendance entre les débits. Plusieurs études ont considéré une modélisation bivariée mais, à nouveau, aucune solution n'a été proposée en dimension trois ou supérieure (p. ex. pour quatre sites). Le second but de ce projet est donc de proposer une méthodologie permettant de modéliser le risque combiné de plusieurs sous-bassins à l'aide de copules. L'approche proposée pour la modélisation trivariée pointe, volume, durée devra être adaptée dans ce but. Un cas d'application particulièrement intéressant pourrait être la rivière Romaine étant donné que le complexe projeté par Hydro-Québec est composé de quatre aménagements hydroélectriques. / Hydro-Québec / Coll.: C. Jacques (INRS-ETE), M. Barbet, P. Bruneau et N. Thiémonge (Hydro-Québec), J. Béliveau et C. Genest (Université Laval).

Évaluation de la procédure HMAPPORT et analyse comparative avec d'autres méthodes permettant de construire des hydrogrammes types prévisionnels

Dans le cadre de la gestion des ouvrages de production d'Hydro-Québec, la prévision des apports naturels est d'une importance primordiale. Pour maîtriser ces ressources en eau, il sera ainsi nécessaire d'estimer chaque jour les quantiles principaux (5 %, 15 %, 50 %, 85 % et 95 %) de la distribution des apports à venir. Cependant, selon la période d'émission de la prévision, la forme de cette distribution peut varier substantiellement. Dans ce projet, nous voulons dresser un portrait global des distributions que l'on peut rencontrer. Elles peuvent être symétriques, asymétriques avec une queue de distribution inférieure lourde ou même multimodales. Dans de nombreux cas, deux modes sont présents dans la distribution. Cela pose une problématique de modélisation, à savoir comment tenir compte dans le modèle de la présence de plusieurs modes?

C'est pourquoi nous nous intéressons ensuite à la modélisation de ces distributions par un mélange de lois gamma. L'utilisation d'un tel mélange a pour but de modéliser ces formes de distributions variées. Avec un mélange de ce type, il sera possible d'obtenir des distributions bimodales, asymétriques, etc. Afin d'estimer les paramètres de ce modèle, une méthode bayésienne est mise en place. L'échantillonnage des distributions *a posteriori* des paramètres permet d'obtenir une approximation des vraies distributions. À partir de ces échantillons, on peut obtenir ensuite des estimations et des mesures d'incertitude sur ces paramètres.

La construction d'hydrogrammes types est aussi d'un intérêt tout particulier pour Hydro-Québec. Ces hydrogrammes types sont utilisés dans la prévision à moyen et long termes et dépendent du problème à gérer (pointe et/ou volume de crue), la forme de l'hydrogramme devient alors très importante. Les hydrogrammes de base servent de référence en ce qui concerne les apports

naturels moyens. Jusqu'à présent, la construction de ces hydrogrammes était empirique et subjective. La forme était donnée selon l'expérience de l'hydrologue, alors que la pointe de crue printanière et les volumes étaient ajustés annuellement selon une méthode d'essais et erreurs. Dans ce projet, nous envisageons de développer une méthode systématique et rigoureuse pour construire des hydrogrammes de base. L'approche, qui s'appuie sur la synchronisation des hydrogrammes, est aussi utilisée pour la construction d'hydrogrammes prévisionnels possédant des caractéristiques données. / Hydro-Québec / Coll.: G. Evin (INRS-ETE), D. Tremblay (Hydro-Québec), L. Perreault (IREQ), J.-F. Angers et J. Merleau (Université de Montréal).

Expertise « Évaluation de la série d'apports énergétiques 1943-2004 d'Hydro-Québec »

En 1998 et en 2001, le comité d'experts, mandaté par Hydro-Québec, pour revoir les données historiques d'apports énergétiques a conclu que la moyenne historique des apports énergétiques demeurait le meilleur indicateur à long terme de la prévision des apports énergétiques. Compte tenu de l'ajout des années 2001 à 2004 à la série de données disponible en 2000 et du fait que les méthodes d'analyse statistique ont continué de progresser, Hydro-Québec souhaite consulter des experts pour valider la série chronologique 1943-2004. / Hydro-Québec / Coll.: M. Slivitzky (INRS-ETE), A. Cauchon et R. Roy (Hydro-Québec), L. Perreault (IREQ), J.-F. Angers (Université de Montréal), P. Rasmussen (Université du Manitoba).

Claude FORTIN, professeur
Biogéochimie

Impact des facteurs environnementaux sur la biodisponibilité d'éléments traces en milieu aquatique

L'évaluation du risque écologique que représente un contaminant dans l'environnement comprend normalement quatre étapes : 1) la caractérisation des entrées de la substance dans le milieu récepteur; 2) la caractérisation de l'exposition des organismes indigènes présents; 3) la caractérisation des effets chez ces organismes; 4) la caractérisation du risque. Ce programme de recherche s'attarde distinctement aux trois premières étapes de l'évaluation du risque que représentent certains éléments traces en milieu aquatique. volet i) - La caractérisation des entrées : la présence dans l'environnement des éléments du groupe platine est relativement mal connue en dépit du fait que ces éléments sont relâchés continuellement par les véhicules automobiles (convertisseurs catalytiques). Le passage de ces éléments de la forme particulaire à la forme dissoute, selon les conditions ambiantes, et leur destin dans le milieu aquatique récepteur seront étudiés. volet ii) - La caractérisation de l'exposition et des effets : le risque toxicologique que posent les métaux aux organismes aquatiques est en partie fonction de la biodisponibilité de ces métaux. Il est donc important de comprendre de quelle manière la spéciation des métaux influe sur le transport membranaire à l'interface eau/organismes. Nous examinerons en détail les liens entre la spéciation chimique des métaux sur leur biodisponibilité envers le phytoplancton naturel. Plus particulièrement, nous nous attarderons à l'importance du pH comme paramètre clé affectant le transport transmembranaire des métaux. / CRSNG – Subvention à la découverte, FQRNT – Établissement de nouveaux chercheurs.

Détermination d'un indice de toxicité de haute sensibilité envers les métaux en utilisant des bioessais algaux et des méthodes de chimie analytique

La contamination des écosystèmes aquatiques par les métaux provenant des activités minières et industrielles représente une menace pour l'équilibre écologique et la santé humaine. L'évaluation du risque de toxicité et la surveillance de ce groupe de polluants sont essentielles pour le bien-être de notre société. Dans ce projet, nous proposons d'étudier et de développer une méthode de bioessai évaluant le risque de toxicité des métaux, c'est-à-dire une méthode possédant une grande sensibilité et rapidité. Pour atteindre ce but, notre équipe de recherche va combiner les objectifs suivants : 1) l'étude du comportement des biomarqueurs photosynthétique; 2) la capacité des algues à modifier la spéciation des métaux par l'exsudation de ligands et leur impact sur les mesures de toxicité; 3) les effets d'interactions entre les métaux essentiels/non essentiels et les algues. / Coll.: R. Popovic (UQAM) et N. Price (McGill) / FQRNT – Projet de recherche en équipe.

Transfert de métaux traces le long des chaînes trophiques aquatiques

Les métaux émis dans l'environnement aquatique peuvent compromettre notre santé, soit directement, quand nous consommons des animaux provenant de ces milieux, soit indirectement, par l'altération des chaînes trophiques desquelles ces animaux dépendent. Pour comprendre comment les métaux traces atteignent les échelons supérieurs (où sont situés les prédateurs comme nous), nous allons étudier les processus qui contrôlent le transfert des métaux le long des chaînes trophiques aquatiques. Nous étudierons trois métaux (le cadmium, le nickel et le thallium) qui sont potentiellement toxiques et qui sont accumulés par les organismes aquatiques. Au laboratoire, nous allons étudier comment la distribution sub-cellulaire des métaux change avec les conditions

d'exposition (durée d'exposition et concentration de métaux) et comment de tels changements sub-cellulaires influencent le transfert des métaux d'un niveau trophique inférieur aux niveaux supérieurs. / Coll.: L. Hare, P.G.C. Campbell et P. Couture / CRSNG – Réseau MITHE (Metals in the Human Environment).

Élaboration d'une stratégie préliminaire pour mesurer les impacts de la coupe forestière sur les lacs marneux de la Réserve faunique des Chic-Chocs

La Réserve faunique des Chic-Chocs renferme des lacs dont le pH basique élevé se situe près de la limite supérieure de tolérance de la faune aquatique. Cet état naturel est relié à la présence de sols riches en calcaire sur les bassins versants. La réserve faunique des Chic-Chocs, tout comme l'ensemble des réserves fauniques du réseau de la SÉPAQ, dépend directement des revenus générés par les activités de chasse et de pêche sportive. Des baisses de rendement de pêche sportive seraient, par conséquent, néfastes pour ce territoire faunique. Dans ce contexte, les gestionnaires de la Réserve se questionnent à savoir si des modifications de conditions de drainage par la récolte forestière ne pourraient pas entraîner une augmentation du pH, qui serait néfaste à la faune piscicole. Le projet consiste à élaborer une stratégie de suivi limnologique qui assurera l'acquisition de données fiables ce qui permettra de vérifier l'existence de liens de cause à effet entre la coupe forestière et la réponse géochimique de ces lacs. / Coll.: A. N. Rousseau et S. Jutras / Ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

Pierre FRANCUS, professeur
Géodynamique

Quantifier les paléoclimats à partir de séquences sédimentaires de haute résolution

Nous proposons d'étudier des sédiments annuellement laminés (varves) dans une série de lacs du Grand-Nord canadien. Le programme propose l'étude intégrée des processus sédimentaires et limnologiques actuels de ces lacs, en parallèle à l'observation des conditions climatiques et hydrologiques de leur bassin versant. Par comparaison de ces données hydroclimatiques avec les sédiments superficiels actuels, on détermine comment les signaux climatiques et hydrologiques (par exemple, la fonte des neiges, la température et les orages d'été) sont enregistrés dans les sédiments du lac. Ensuite, l'analyse de longues séquences varvées, par des techniques sédimentologiques classiques et une technique originale d'analyse d'images de lames minces, permet d'obtenir des reconstructions paléoenvironnementales quantifiées. / CRSNG.

Quantifier les paléoclimats nordiques

Cette proposition a pour objet le soutien des campagnes de terrain dans les régions nordiques menées dans le cadre d'un programme de recherche qui a pour but l'étude de sédiments annuellement laminés (varves) dans une série de lacs dans le Grand-Nord canadien. / CRSNG

Laboratoire d'analyses paléoclimatiques à haute résolution (LAPAHR)

L'infrastructure comprend deux équipements à la pointe de la technologie. La première partie est constituée d'un spectromètre de micro-fluorescence-X (ITRAX) permettant l'analyse élémentaire non destructive à très haute résolution directement sur la surface de l'échantillon. L'échantillon brut est bombardé par un faisceau très focalisé de rayons-X et est déplacé en face de détecteurs qui mesurent le spectre de fluorescence. À chaque pas de mesure (jusqu'à 0,1 mm), l'ITRAX est capable de mesurer la concentration des éléments depuis l'aluminium jusqu'à l'uranium. La précision des mesures dépend du temps d'acquisition, mais, pour les éléments tels que le fer et le calcium, les précisions atteintes sont de l'ordre de 20 ppm. Ainsi, en seulement trois heures, on peut obtenir 15 000 mesures pour 25 éléments sur une carotte de 1,5 m de long sans détruire l'échantillon. La seconde partie de l'infrastructure consiste au développement d'un système original d'analyse texturale et structurale d'images microscopiques de sédiments pour les reconstitutions paléoenvironnementales. Ce système sera développé principalement autour d'un microscope à balayage (MEB) environnemental équipé d'un spectromètre d'énergie de dispersion (analyse chimique). Il s'agit d'automatiser une technique originale et unique d'analyse d'images de lames minces de sédiments meubles. L'infrastructure complète idéalement l'équipement existant, à savoir un CAT-Scan (Fonds FCI) et un banc GEOTEK (densité et susceptibilité magnétique). La réunion de tels équipements d'analyse de routine de haute résolution en un seul endroit permettra au Canada d'avoir une installation unique en Amérique du Nord, voire au monde. Elle permettra au centre ETE de l'INRS d'être un chef de file dans le domaine des reconstitutions paléoclimatiques et des analyses de carottes sédimentaires. / Coll.: I. Larocque / Fonds de relève FCI.

CalibITRAX-Élaboration des protocoles de calibration d'un scanneur de micro-fluorescence-X

Des carottes sédimentaires seront sélectionnées afin de couvrir ± 10 types de faciès sédimentaires différents : lacustres et marines, riches/pauvres en matière organique, en carbonates, en diatomées, en argiles, etc. Ces carottes seront

mesurées pour ± 20 éléments par l'ITRAX avec différents réglages. Ensuite, des échantillons de ces carottes seront prélevés pour être analysés par des méthodes d'analyse chimique classique (ICP). Une photographie digitale de haute résolution sera prise après échantillonnage pour délimiter avec précision quelles mesures de l'ITRAX doivent être intégrées pour la comparaison avec les mesures ICP. Des lames minces seront prélevées dans les mêmes intervalles et analysées au microscope électronique à balayage avec l'EDS. Cette analyse permettra de déterminer les phases minérales (ou biologiques) porteuses des différents éléments. La comparaison des résultats permettra d'établir les meilleurs protocoles opératoires pour l'ITRAX et d'estimer les erreurs faites sur les mesures. / FQRNT-GEOTOP.

Exploitation du Laboratoire d'analyses paléoclimatiques à haute résolution (LAPAHR)

Exploitation de l'ITRAX et du microscope électronique à balayage. / Coll.: I. Larocque / FCI FEI.

Ounianga - Analyses géochimiques et stratigraphiques de haute résolution

Ce projet consiste à analyser cinq carottes de sédiments lacustres annuellement laminés avec les moyens suivants: ITRAX, lames minces, ICP (standardisation des résultats ITRAX), comptage des varves sur radiographie et sur profils chimiques. Ces analyses ont pour cadre une étude multidisciplinaire de ces sédiments à des fins de reconstruction paléoclimatologique dans une région où les enregistrements du climat du passé de haute résolution sont absents: le Sahara. / Université de Cologne, Allemagne.

Thermokarst - Les émissions des GES par les lacs de thermokarst au Québec - passé, présent et futur

L'accumulation des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère est une préoccupation environnementale majeure du XXI[e] siècle. Le réchauffement climatique récent a déjà enclenché un processus généralisé de fonte du pergélisol dans les régions boréales et subarctiques; le pergélisol couvre 25 % du territoire québécois. Cette fonte crée des dépressions remplies d'eau appelées lacs de thermokarst, qui représentent un habitat pour la flore et la faune sauvages. La formation de ces lacs dans les régions circumpolaires, incluant le Nunavik, soulève beaucoup d'inquiétude car elle peut générer une libération massive des GES CO_2 et CH_4 vers l'atmosphère, entraînant une accélération du réchauffement planétaire actuel. Cet écosystème pourtant répandu en régions nordiques est très peu connu. Le but principal du projet de recherche proposé est de développer un ensemble de connaissances et d'outils permettant d'évaluer l'évolution de l'écosystème de thermokarst sous l'influence des changements climatiques. Nous utiliserons une approche multidisciplinaire intégrant la limnologie actuelle (biogéochimie et biooptique) et la paléolimnologie (biostratigraphie et sédimentologie) dans le but d'estimer le potentiel de cet écosystème comme une source de GES au Québec dans le passé, le présent et le futur. Les résultats de ces recherches permettront aussi d'améliorer nos connaissances sur l'évolution de la structure et du fonctionnement des communautés microbiennes aquatiques au cours du temps, et sur un mécanisme potentiel de rétroaction dans le processus du réchauffement planétaire. / Coll.: I. Laurion / FQNRT.

Charles GOBEIL, professeur
Biogéochimie

Géochimie des sédiments de la marge continentale

Les profils sédimentaires des métaux, alliés à la datation des sédiments, sont de puissants révélateurs des conditions qui ont prévalu en milieu marin. Traités de façon appropriée, ils dévoilent les cycles biogéochimiques des éléments, de même que l'impact de l'activité humaine sur ces cycles. Ils aident, en outre, à mieux comprendre le cycle du carbone, car plusieurs métaux répondent de façon variée aux changements d'oxydoréduction qui découlent du métabolisme de la matière organique dans les sédiments. Les profils de métaux sédimentaires permettent enfin de préciser les tendances temporelles des flux de métaux dans l'environnement en lien avec l'industrialisation. Ces applications impliquent toutefois que l'on connaisse bien la géochimie propre à chacun des éléments, et ce, à travers une gamme étendue de conditions environnementales. Ce programme de recherche a pour objectif de contribuer à développer les connaissances géochimiques fondamentales nécessaires à une lecture juste des enregistrements sédimentaires des métaux dans la marge continentale canadienne / CRSNG / Coll.: A. Chappaz (Ph.D.), R. Couture (M.Sc.), S. Feyte (Ph.D.).

Contamination côtière

Les sédiments constituent des pièges importants pour les contaminants introduits en zone côtière par voies fluviale et atmosphérique. Nos travaux consistent à évaluer les flux de plusieurs contaminants métalliques en milieu côtier au moyen de l'analyse de carottes de sédiments prélevées sur des sites stratégiques. Nous concentrons nos efforts sur des sites qui peuvent fournir une image globale de l'état de la contamination de l'environnement et sur des sites situés à proximité de sources ponctuelles de contaminants. Nos recherches nécessitent que nous déterminions les taux de sédimentation par

des méthodes géochronologiques. Par ailleurs, nous utilisons les rapports des isotopes stables du plomb pour distinguer l'origine, naturelle et anthropique, du plomb émis dans l'environnement et pour en retracer les mécanismes de transport à des échelles régionale et globale. Ces rapports isotopiques sont des outils géochimiques puissants, mais ils ont peu servi jusqu'à présent pour dévoiler les sources des contaminants dans la marge continentale canadienne. Nous avons donc aussi pour objectif, dans ce projet, de pousser les limites de l'utilisation des rapports des isotopes stables du plomb comme traceurs du cheminement des métaux aux confins de la zone côtière. / Pêches et Océans Canada / Coll.: R.W. Macdonald S. Johannessen et G. Stern (Pêches et Océans Canada).

Facteurs des eaux profondes hypoxiques du chenal laurentien

Les eaux naturelles faiblement concentrées en oxygène dissous (2 mg/L et moins), sont nuisibles à plusieurs espèces aquatiques; on qualifie ces eaux d'hypoxiques. Or, on trouve présentement d'aussi faibles concentrations en oxygène dissous dans les eaux profondes du chenal laurentien, dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, sans que l'on sache s'il s'agit d'un changement environnemental récent ou si cette situation perdure depuis toujours. Il est à noter qu'une tendance à l'eutrophisation des systèmes côtiers découlant d'une intensification de l'activité humaine est présentement constatée dans plusieurs zones côtières à travers le monde, notamment près de l'embouchure du Mississipi, dans le golfe du Mexique. La superficie couverte par les eaux hypoxiques de l'estuaire du Saint-Laurent est d'environ 1 000 km^2; le pourcentage de saturation en oxygène y est d'à peine 15 %. Le présent projet de recherche a pour but d'examiner les causes probables des faibles teneurs en oxygène des eaux profondes du chenal laurentien. L'incidence sur les teneurs en oxygène dissous et l'étendue de la zone hypoxique d'une variation du flux de matière organique dans les eaux profondes sont notamment évaluées. / CRSNG / Coll.: Y. Gratton, D. Gilbert (Pêches et Océans Canada), B. Sundby (UQAR), A. Mucci (McGill).

Stratigraphie, flux et inventaires des métaux traces

Nous déterminons les flux, les sources et les tendances temporelles de plusieurs contaminants métalliques dans la vallée du Saint-Laurent, l'axe majeur du développement socio-économique du Québec. Cet objectif est atteint par le déchiffrage des enregistrements sédimentaires des métaux dans des lacs du Bouclier canadien, dans le chenal laurentien et dans des tourbières ombrotrophiques de la vallée du Saint-Laurent en tenant compte des processus de diagénèse. La détermination de l'incidence de la diagénèse sur les enregistrements sédimentaires implique l'analyse détaillée des eaux interstitielles des sédiments et l'utilisation de modèles diagénétiques de transport-réaction. Les lacs de tête choisis, ont de petits bassins versants jamais habités par l'homme; par conséquent, les seuls apports de contaminants y sont atmosphériques. De même, les tourbières ombrotrophiques, ces formations végétales qui ne prélèvent aucune nourriture dans le sol et ne sont alimentées que par la pluie, constituent des archives environnementales de la seule contamination atmosphérique. Par contre, le chenal laurentien, unique bassin de sédimentation important dans le fleuve et dans l'estuaire du Saint-Laurent, accumule des polluants de sources multiples. Le contraste des inventaires et des flux de contaminants dans ces milieux sert à déterminer le poids relatif de la source atmosphérique dans le Saint-Laurent. La détermination des variations chronologiques des flux des métaux dans les milieux étudiés constitue une forme de monitoring *a posteriori* / FQRNT / Coll.: A. Tessier, B. Sundby (UQAR), A. Mucci (McGill), A. Chappaz (Ph.D.), R. Couture (M.Sc.), S. Feyte (Ph.D.).

Traceurs et modèles géochimiques pour l'étude de la contamination du milieu aquatique

Cette coopération franco-québécoise favorise la progression de nos recherches sur les contaminants métalliques en eau douce et en eau marine au moyen de traceurs et de modèles géochimiques. Elle réunit des chercheurs français qui excellent dans la mesure des formes chimiques spécifiques que revêtent les contaminants métalliques en milieu aquatique et des chercheurs québécois, spécialistes de l'étude de la diagenèse précoce des métaux traces dans les sédiments et dans l'utilisation des isotopes stables comme traceurs géochimiques. Elle bénéficie concrètement à des étudiants québécois et français en leur procurant une formation plus complète dans un domaine pointu de spécialisation. Elle permet également l'acquisition d'informations nouvelles sur les sources et le cheminement des contaminants en milieu aquatique en France et au Québec/Ministère des Relations internationales du Québec. / Coll.: A. Tessier, D. Cossa (IFREMER), D. Jézéquel et B. Deflandre (Université de Paris), R. Couture (M.Sc.).

Yves GRATTON, professeur
Hydrologie

Étude des processus physiques de la méso-échelle et de leurs impacts sur la production biologiques

Les objectifs à long terme de ce projet sont de déterminer jusqu'à quel point les processus physiques contrôlent la production biologique océanique. En particulier, je m'intéresse à la

circulation verticale : les remontées d'eau générées par le vent et les marées près des côtes, ainsi que les remontées associées aux fronts en milieu hauturier ou dans les mers intérieures. Ce projet s'intéresse plus particulièrement aux processus physiques d'échelles moyennes en milieu hauturier et dans l'Arctique. Au cours des prochaines années, je concentrerai mes efforts sur deux objectifs principaux : i) la description de la dynamique des fronts géostrophiques; et ii) la caractérisation de la formation et des variations spatio-temporelles de la couche de mélange Arctique, ainsi que son influence sur la formation et la fonte des glaces. / CRSNG. / Coll.: Prof. D. Barber (U. Manitoba), Prof. G. Ingram (U. British Columbia), Dr. L. Prieur, (LOV, Villfranche-sur-mer, France).

CASES : Canadian Arctic Shelf Exchange Study

Étude multidisciplinaire des interactions entre le plateau continental et le bassin arctique au large de l'embouchure de la rivière Mackenzie, et étude de la polynie du golfe d'Amundsen. Il y aura trois années de missions sur le terrain : septembre 2002, septembre 2003 à septembre 2004. / CRSNG / Coll.: L. Fortier (U. Laval) et plusieurs chercheurs canadiens, américains et japonais.

ArcticNet : un réseau de centres d'excellence pour l'étude de l'Arctique canadien

Hydrologie

Son but est de contribuer au développement de politiques nationales et de stratégies d'adaptation pour faire face aux impacts des changements climatiques dans l'Arctique canadien. Sur le terrain, le réseau partage ses efforts entre trois thèmes principaux. 1) l'étude du gradient est-ouest des conditions environnementales et socio-économiques de l'Archipel arctique canadien (i.e. le Passage du nord-ouest), 2) le gradient nord-sud des écosystèmes terrestres de l'est de l'Arctique canadien, et 3) les interactions terre-mer dans le système de la Baie d'Hudson.

Hypoxia

Les derniers cinquante mètres de l'estuaire du Saint-Laurent sont maintenant devenus hypoxiques (faible taux d'oxygène). Nous en étudions les causes à partir d'observations et à l'aide de la modélisation numérique.

Landis HARE, professeur
Biogéochimie

Éléments traces et invertébrés aquatiques : biodisponibilité, bioaccumulation et effets

Le niveau de contamination d'un lac en éléments traces (cadmium, nickel, sélénium, thallium, zinc, etc.) peut être évalué en mesurant les concentrations de ces polluants chez les animaux exposés, ces derniers devenant alors des biosentinelles. Pour ce faire, il faut déterminer la relation entre la concentration du métal dans le milieu et celle dans la biosentinelle. Les relations les plus «polyvalentes» sont basées sur des modèles rationnels, c'est-à-dire construits à partir de faits biologiques et géochimiques, par opposition aux modèles purement empiriques. L'objectif majeur de nos recherches est de développer de tels modèles qui permettent de prédire l'état de contamination des lacs à partir de plusieurs espèces d'invertébrés aquatiques. Nos objectifs de recherche spécifiques sont : i) d'évaluer l'influence de la nourriture (qualité et quantité) sur les concentrations en éléments traces chez les invertébrés ; ii) d'expliquer pourquoi certaines espèces partageant le même milieu ont des concentrations en éléments traces différentes; iii) de déterminer comment des mesures de déformations chez les invertébrés peuvent servir comme moyen pour évaluer les effets des contaminants. Des études permettant d'atteindre ces objectifs seront réalisées en laboratoire et sur le terrain. / CRSNG / Coll.: L. Croisetière, I. Proulx, A. Tessier.

Transfert de métaux traces le long des chaînes tropiques lacustres

Les métaux émis dans l'environnement aquatique peuvent compromettre notre santé, soit directement, quand nous consommons des animaux provenant de ces milieux, soit indirectement, par l'altération des chaînes trophiques desquelles ces animaux dépendent. Pour comprendre comment les métaux traces atteignent les échelons supérieurs (où sont situés les prédateurs comme nous), nous allons étudier les processus qui contrôlent le transfert des métaux le long des chaînes trophiques aquatiques. Nous étudierons trois métaux (le cadmium, le nickel et le thallium) qui sont potentiellement toxiques et qui sont accumulés par les organismes aquatiques. Au laboratoire, nous allons étudier comment la distribution sub-cellulaire des métaux change avec les conditions d'exposition (durée d'exposition et concentration de métaux) et comment de tels changements sub-cellulaires influencent le transfert des métaux d'un niveau trophique inférieur aux niveaux supérieurs. À chaque niveau trophique, des algues jusqu'aux poissons, nous allons mesurer la bioaccumulation et les effets néfastes des métaux. Nous allons déterminer pour chaque métal si ces concentrations augmentent ou diminuent le long des chaînes trophiques. Des études de terrain seront réalisées en mésocosmes pour tester les conclusions obtenues en laboratoire. L'ensemble de nos connaissances sera incorporé dans des modèles mécanistiques. / Réseau de recherche Metals In The Human Environment (MITHE) / Coll.: P.G.C. Campbell, P. Couture, M. Dubois, J. Dumas, C. Fortin, I. Proulx.

Lyal HARRIS, professeur
Géodynamique

Mécanismes, géométries et expressions sismiques des structures développées dans les régimes tectoniques extensionnels

Ce projet vise à étudier la formation des structures géologiques dans les régimes tectoniques extensionnels (c-à-d. le *rifting* et l'effondrement d'une ceinture orogénique épaissie). Le projet inclut la modélisation en centrifugeuse, la visualisation des modèles par scanner-CT, les études de séisme synthétique et la modélisation numérique. Les résultats seront intégrés à des travaux de terrain. Ce projet propose que de nombreuses structures géologiques (telles des plis et des zones de cisaillement) peuvent être développées par différents mécanismes et dans différents environnements tectoniques que ceux normalement envisagés. Ceci ouvre la possibilité pour la « réinterprétation » des données structurales et géophysiques des bassins sédimentaires et les ceintures orogéniques. Les résultats auront des implications importantes pour l'exploration minière (dans les terrains sédimentaires, métasédimentaires et les ceintures de granites - roches vertes), et pour la prospection pétrolière dans les bassins sédimentaires déformés. / CRSNG / Coll.: P. Rey, Université de Sydney, Australie (modélisation numérique), J. Bédard (CGC).

Développement des matériaux et techniques de scanographie CT pour la visualisation des structures dans les modèles des bassins sédimentaires

Les objectifs du projet sont de : 1) développer des techniques de scanographie et de traitement d'image des modèles composés de matériaux cohésifs (silicones, pâtes à modeler, etc.) pour visualiser leur structure interne en utilisant le scanner CT du laboratoire de scanographie multidisciplinaire du Québec. Cet aspect du projet essaiera d'éliminer/réduire les artefacts provenant du scanner et d'isoler et mieux définir différentes couches ; 2) réaliser des modèles physiques pour simuler la formation des structures dans un bassin sédimentaire à une marge irrégulière pendant la distension/formation du bassin, l'inversion (raccourcissement) du bassin et l'effondrement « post-orogénique ». Les structures créées lors du déplacement le long des rampes latérales seront étudiées en détail. La formation progressive des structures tridimensionnelles sera examinée en utilisant le scanner CT ; 3) appliquer les résultats des modèles à l'interprétation des structures dans les bassins sédimentaires déformés, tels que les Appalaches dans la région de Québec. L'étude des structures associées aux rampes latérales et des failles/zones de transfert a des applications importantes pour l'exploration des hydrocarbures et les gisements de l'or (par exemple les gisements de type « Carlin ») dans les bassins sédimentaires déformés. / Petroleum Research Fund, American Chemical Society. / Coll.: E. Konstantinovskaya, J. Poulin, M. Malo et B. Long (INRS-ETE), E. Johnson (Hartwick College, É-U.), S. Daniel et M. Bousmina (U. Laval) et D. Kirkwood (GSC-Q).

Mise sur pied d'une installation pour la simulation physique, numérique et géophysique en géologie structurale et géodynamique appliquée à l'exploration minière et pétrolière

Un nouveau laboratoire sera établi à l'INRS-ETE, Québec, pour la modélisation des structures géologiques appliquée à la prospection minière et pétrolière. Une centrifugeuse qui peut atteindre plus de 1000G sera employée pour augmenter la force de gravité sur des modèles faits à partir des mastics de silicone et des pâtes à modeler, afin de simuler la déformation des roches dans la croûte profonde. D'autres appareils seront utilisés pour simuler l'évolution et la géométrie tridimensionnelle des structures dans les bassins sédimentaires et les chaînes de montagnes. La simulation numérique utilisera les ordinateurs puissants pour créer des animations des processus géodynamiques et pour étudier la circulation des fluides et l'évolution métamorphique pendant la déformation dans des régimes tectoniques différents. Les simulations géophysiques montreront comment les structures créées dans les modèles apparaîtraient sur les profils sismiques ou sur des images du champ magnétique. Cette recherche fournira des concepts nouveaux et des outils d'interprétation pour aider l'exploration des gîtes minéraux et des pièges de pétrole permettant ainsi de valoriser les ressources naturelles au Québec et au Canada. / FCI/MELQ. / Coll.: E. Konstantinovskaya et M. Malo (INRS-ETE), G. Ivanov (Geosphaera), T. Fournier (étudiant, U. Laval) et D. Kirkwood (GSC-Q).

L'origine, l'âge et les contrôles structuraux des systèmes d'altérations hydrothermales et des indices de minéralisation dans la province de Grenville au sud-ouest du Québec.

Ce projet vise à déterminer l'origine et l'âge des événements structuraux et métamorphiques et les contrôles structuraux des systèmes d'altérations hydrothermales métamorphosées et des indices de minéralisation dans la province de Grenville au sud-ouest du Québec. Ce projet ciblera le potentiel de minéralisation de style « oxydes de fer-cuivre-or » (« IOCG »). Ce projet incorpore le traitement et l'interprétation structurale des données aéromagnétiques, gravimétriques, et satellitaires (Landsat et Radarsat), la cartographie lithologique de roches métamorphiques de haut grade et la collection et l'analyse des données

structurales de terrain dans les régions clefs, des études pétrologiques, métamorphiques et géochimiques des zones d'altération hydrothermales métamorphosées, des gneiss encaissants et des roches intrusives, l'étude des indices de minéralisation et les simulations physiques. / Limestone Basin Exploration. / Coll.: G. Dufréchou et V. Antonoff (étudiants doctoraux, INRS-ETE), L. Corriveau (CGC-Q) et M. Richer-LaFlèche (INRS-ETE).

Pierre LAFRANCE, professeur
Biogéochimie

Dynamique et impact des contaminants organiques dans le sol et l'eau souterraine

Le projet porte sur l'influence des processus « biophysico-chimiques » sur le destin et le transport de composés organiques dans le sol et l'eau souterraine. Il vise à approfondir la compréhension des contaminations par des sources diffuses (évolution, caractérisation et prédiction) et à appliquer les connaissances acquises à la biogéochimie et au traitement des contaminations, principalement les hydrocarbures lourds fortement adsorbés au sol. Les démarches de recherche comprennent : i) l'étude d'interactions entre les contaminants organiques et les éléments constitutifs du sol; ii) l'impact de ces interactions sur le devenir des contaminants (transport et biodisponibilité); iii) l'étude *in situ* de l'évolution des contaminations et la validation d'hypothèses de transport; iv) le transfert des connaissances vers : a) l'application d'outils prédictifs du devenir des contaminations (modèles de transport) et b) le développement de critères de conception d'un procédé de décontamination *in situ* des sols. / CRSNG-Subvention à la découverte.

Étude de la contamination des eaux souterraines par des sources diffuses agricoles

L'investigation rationnelle de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par des sources diffuses nécessite de disposer des connaissances, d'outils et de méthodologies spécifiquement développés et adaptés à cette tâche. Il est nécessaire d'acquérir des résultats fiables de prédiction et d'évaluation de la contamination pouvant être interprétés quantitativement en regard des normes de qualité. De plus, l'ensemble des activités de développement (connaissance et prédiction des contaminations) doit concourir à une gestion intégrée des ressources en eau souterraine, en région agricole. Le projet vise l'établissement d'une telle méthodologie d'évaluation de la vulnérabilité et son application à l'aide d'outils et de méthodes adéquates. Ceci conduira au développement d'outils spécifiquement conçus pour la compréhension des cas de contamination et pour la gestion préventive de la qualité de la ressource. Les activités se répartissent à l'intérieur de quatre objectifs : i) étude des processus « biophysico-chimiques » d'atténuation des contaminants - vérification d'hypothèses sur la mobilité et sur la persistance, caractérisation des variabilités spatiale et temporelle des paramètres et des processus, impact des pratiques culturales sur l'atténuation au champ; ii) méthodes de caractérisation des environnements hydrogéologiques - caractérisation de la variabilité spatiale des paramètres physiques et hydrodynamiques de la zone non saturée et des aquifères, impact sur le transport avec l'eau et sur la dispersion des composés; iii) développement d'outils pour l'évaluation de la vulnérabilité - modélisation mathématique du transport dans la zone non saturée et cartographie de la vulnérabilité, couplage des simulations en zones non saturée et saturée et délimitation des périmètres de protection des puits et iv) intégration des résultats et des outils de gestion développés pour les eaux souterraines à la problématique de la gestion de l'eau des bassins versants - interactions entre les eaux de surface et les eaux souterraines, impact des pratiques culturales sur l'exportation vers les eaux de surface. Les retombées escomptées sont : i) la préservation de la qualité de la ressource (p. ex. identification des zones à risques); ii) la protection des usages (p. ex. points de captage); iii) l'exploitation rationnelle de l'eau souterraine. / FQRNT - Équipe de recherche / Coll.: O. Banton, J.-P. Villeneuve, P.G.C. Campbell.

Isabelle LAROCQUE, professeure
Paléoécologie

Développement d'une fonction de transfert et reconstruction quantitative du climat par l'analyse des chironomides

Soixante-dix lacs ont été échantillonnés de Mont-Laurier à Matagami, 30 autres lacs devraient être échantillonnés de Matagami à l'île Bylot dès l'été prochain. Les larves de chironomides (moustiques) ont été extraites de la surface des sédiments de ces lacs et mises en relation avec la température de l'air. Leur optimum de température a été défini et un modèle de reconstruction de la température a été créé. Ce modèle sera appliqué aux communautés de chironomides présents dans les sédiments de lacs localisés dans un transect nord-sud du Québec pour reconstruire les paléoclimats. Ces reconstructions climatiques permettront de déterminer les patrons de changements climatiques au Québec depuis la dernière déglaciation. / CRSNG-Subvention à la découverte / Un étudiant au doctorat, Nicolas Rolland, effectuera des reconstructions climatiques sur l'île de Southampton.

Développement d'une fonction de transfert et reconstruction des inondations dans le delta du Peace-Athabasca, Alberta, Canada

Soixante lacs ont été échantillonnés dans le Peace-Athabasca Delta dans le but de développer un modèle de reconstruction des inondations à partir des chironomides, diatomées (RI Hall, Université de Waterloo) et des isotopes (T. Edwards, Université de Waterloo). Les périodes d'inondations ont été reconstruites dans deux lacs du lacs du Delta. / BC-Hydro.

Effets des feux de forêt et des coupes à blanc sur les communautés benthiques et les communautés de poissons des lacs du Saguenay

Des carottes de sédiment ont été prises dans trois lacs du Saguenay ayant subi des perturbations naturelles (feux de forêt) et des coupes à blanc. La variation des chironomides et des cladocères associée à ces perturbations sera étudiée à travers le temps. Ces espèces servant de ressource nutritionnelle aux poissons, leurs variations peuvent affecter les communautés de poissons. Une étudiante à la maîtrise, Vicky Tremblay, effectuera les reconstitutions des communautés de chironomides. / FQRNT- Action concertée / Coll.: avec P. Sirois et H. Morin (UQAC) et P. Archambault (IML).

Reconstruction climatique du lac du Cratère, Nouveau Québec

Une carotte de sédiment sera extraite au printemps 2007 au lac du Cratère. Une reconstruction climatique de plusieurs millénaires sera effectuée en utilisant les chironomides, les diatomées (S. Hausmann et R. Pienitz, Université Laval), les isotopes (V.-P. Solonen, Helsinki, Finlande), le pollen (M. Lavoie, Université Laval) et la sédimentologie (G. St-Onge, UQAR). Une étude néo-écologique sera aussi effectuée (W. Vincent, Université Laval). Un étudiant au doctorat, en collaboration avec Helsinki, sera engagé. / CFCAS.

Reconstruction des mille dernières années (Projet MILLENIUM)

Ce projet international consiste à reconstruire le climat des 1000 dernières années dans plusieurs pays de l'Europe. Ma partie consiste à reconstruire le climat utilisant les chironomides préservés dans les sédiments laminés d'un lac de la Suisse. Ces données seront combinées à des reconstructions utilisant les diatomées (C. Bigler, Umea, Suède), les Cladocères (C. Kamenik, Berne, Suisse) et la sédimentologie (M. Grosjean, Berne, Suisse). Des données historiques, météorologiques et dendrochronologiques seront aussi obtenues. Ces données seront utilisées dans des modèles climatiques. / Union Européenne (6th Framework).

Autres projets

Reconstructions climatiques utilisant les chironomides et d'autres indicateurs biologiques au :
Lac du Sommet, Charlevoix (collaboration S. Hausmann)
Lac Egelsee, Suisse (collaboration M. Werhli, Berne, Suisse)
Lago Piccolo, Italie (collaboration W. Finsinger, Utrecht, Hollande)

Ananlyse ADN des larves de chironomides des étangs du nord du Québec. / Coll.: J. Turgeon (U. Laval)

Isabelle LAURION, professeure
Biogéochimie

Influence du régime thermique des lacs et de la matière organique dissoute sur la productivité planctonique

La matière organique dissoute (MOD) exerce un contrôle notoire sur la transparence de l'eau en milieu lacustre et joue ainsi un rôle fondamental sur la stratification thermique et les processus photochimiques et photobiologiques. Par exemple, la MOD influence la disponibilité en lumière pour la photosynthèse et l'exposition des organismes planctoniques et benthiques au rayonnement ultraviolet. D'autre part, l'utilisation de la MOD par les bactéries dépend de sa nature chimique et de son âge. Les caractéristiques optiques et chimiques de la MOD sont influencées par sa provenance et par les processus de transformation qu'elle subit. Les objectifs de ce projet de recherche sont : 1) d'évaluer les processus de bio- et de photodégradation de la MOD et la façon dont elle affecte les transferts énergétiques au sein du réseau alimentaire aquatique; 2) d'évaluer l'influence des caractéristiques physicochimiques sur le catabolisme bactérien de la MOD, un mécanisme responsable de la production de gaz à effet de serre en milieu aquatique; 3) d'estimer la variabilité spatiale de ces caractéristiques dans un lac. / FQRNT-Programme stratégique de professeurs-chercheurs, volet établissement de nouveaux chercheurs. / CRSNG – Subvention à la découverte.

Laboratoire de limnologie et de géochimie pour la détection des changements environnementaux

Les objectifs de ce projet de recherche sont la détection de l'influence subtile du réchauffement climatique sur les organismes microbiens en milieu aquatique et la détermination du cheminement et du destin des contaminants métalliques et organiques dans le milieu lacustre et marin. L'infrastructure, subventionnée par le FCI, comprend, entre autres, un cytomètre en flux,

une sonde de fluorescence submersible et un microscope inverse à épifluorescence. Ces instruments offrent un grand potentiel de recherche et développement en environnement. Ils permettront l'évaluation de la biodiversité et de la répartition des espèces microbiennes en milieu aquatique, le développement d'indicateurs bioptiques (p. ex. floraisons d'algues toxiques, état physiologique), et l'étude des mécanismes de détoxication et de transport membranaire des contaminants. L'infrastructure comprend également des instruments à caractère géochimique décrits par C. Gobeil. Elle favorisera l'interaction entre ces deux secteurs au sein de l'INRS-ETE. / Fonds de relève de la fondation canadienne pour l'innovation, Fonds d'exploitation des infrastructures/Chercheurs principaux : I. Laurion et C. Gobeil / Coll.: P. Campbell, C. Fortin, A. Tessier, L. Hare, W. Vincent (U. Laval).

Le cycle du carbone dans les mares de thermokarst en régions subarctique et arctique

Selon les prévisions, de grandes étendues de pergélisol sont menacées de disparaître dans les régions polaires et subpolaires. La fonte du pergélisol engendre la formation de mares de thermokarst. Il existe présentement un débat à savoir si les régions nordiques agissent comme une source ou un puits de carbone en réponse au réchauffement climatique. Malgré l'omniprésence de ces mares dans le paysage nordique, elles ont très peu été étudiées jusqu'à présent. L'objectif de cette étude est d'examiner le rôle de ces mares sur l'exportation de carbone vers l'atmosphère et vers le milieu aquatique. Les rejets de carbone à partir des zones à pergélisol contribueraient à augmenter la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (feedback positif sur le climat). Pour sa part, l'exportation accrue de matière organique vers le milieu aquatique (lacs, estuaires, zones marines côtières) peut avoir un impact important sur les bilans annuels de température et de lumière qui façonnent littéralement la productivité microbienne. Par ailleurs, cet écosystème aquatique relativement productif en milieu nordique est menacé de disparaître lorsqu'il y a rupture du pergélisol et drainage complet du sol. / CRSNG – Suvention à la découverte, CRSNG supplément nordique, CRSNG Arctic Net, Étude du Plateau Continental Polaire, Ministère des Affaires indiennes et du Nord, FQRNT-Équipe / Coll.: P. Francus, R. Pienitz, C. Lovejoy, W. Vincent (U. Laval).

Denis LAVOIE, professeur associé
Géodynamique

Évaluation des ressources en hydrocarbures – Golf du Saint-Laurent et domaine terrestre Paléozoïque adjacent

Les bassins du Paléozoïque de l'Est canadien sont des bassins frontières localisés à proximité des zones les plus populeuses de l'Amérique du Nord. Six provinces canadiennes se partagent le domaine terrestre paléozoïque et le gouvernement fédéral revendique une juridiction sur une partie de son extension marine. L'architecture géologique du segment terrestre de ces bassins du Cambrien-Permien a été le sujet d'études modernes durant la dernière décennie (deux projets CARTNAT et trois projets de l'IGC) menant à la reconnaissance d'un potentiel en hydrocarbures pour tous ces assemblages rocheux. L'extension marine de ces assemblages ne fut pas étudiée depuis le début des années 1980. Les successions paléozoïques sont assignées à des bassins distincts sur la base de leur âge, de leur histoire tectonique et de leurs systèmes à hydrocarbures.

1- La Plate-forme marine peu profonde du Saint-Laurent d'âge cambrien-ordovicien et les faciès contemporains d'eau profonde (préservés dans les zones taconiennes de Humber et Dunnage).

2- La Ceinture de Gaspé du Silurien-Dévonien, constituée de faciès marin peu profond à profond.

3- Le Bassin des Maritimes du Dévonien-Permien principalement avec faciès terrestres.

Ces trois domaines sont actuellement producteurs d'hydrocarbures (pétrole et gaz).

Produits et résultats

Le produit ultime de ce projet est la première évaluation moderne du potentiel en hydrocarbures pour l'ensemble des bassins paléozoïques de l'Est canadien. Le résultat espéré de ce produit est un accroissement de l'investissement dans l'exploration pour les hydrocarbures dans ces bassins du Paléozoïque tant dans le domaine terrestre que marin du golfe du Saint-Laurent. L'évaluation des ressources fournira les données permettant une efficacité accrue des efforts d'exploration menant à la découverte de nouvelles ressources en hydrocarbures grâce au forage de nombreux nouveaux puits sur la terre ferme. De plus, le volet évaluation environnementale dans le milieu marin passera par une étroite collaboration avec un nouveau projet défini dans le programme de Géoscience pour la gestion des océans du secteur des Sciences de la Terre.

Ainsi, en 2005-2006, le projet *Évaluation des ressources en hydrocarbures – Golfe du Saint-Laurent et domaine terrestre Paléozoïque adjacent* a généré deux articles scientifiques, quatre rapports gouvernementaux (dossiers publics ou recherche en cours) et 42 résumés de conférences / affiches.

Activités

Le produit ultime vise à définir les cibles les plus prometteuses pour les hydrocarbures. Les données nécessaires à l'évaluation de ces systèmes proviendront de sources multiples :

1) La synthèse des données géoscientifiques et sur les hydrocarbures récemment acquises (CARTNAT et IGC).

2) L'acquisition stratégique de données de base sur l'architecture géologique incluant le retraitement et la réinterprétation de données sismiques marines.

3) L'acquisition stratégique de nouvelles données sur les systèmes à hydrocarbures.

Ainsi, en 2005-2006, la synthèse des données géophysiques en Gaspésie fut complétée et un total de 18 activités furent menées dans l'ensemble de l'Est canadien visant à générer les données fondamentales qui seront utilisées dans l'évaluation des divers systèmes à hydrocarbures connus. Ces activités furent définies en collaboration avec nos partenaires provinciaux lesquels ont tous mis à la disposition du projet l'ensemble des données géophysiques et pétrophysiques dont ils sont les dépositaires.

PARTICIPANTS

Ministères et secteurs fédéraux
Ressources Naturelles, secteur des Sciences de la Terre (CGC-Q, CGC-A, CGC-C, CGC-DCNC)

Services géologiques provinciaux et ministères de l'Énergie
Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Terre-Neuve et Labrador, Ile-du-Prince-Édouard

Universités
INRS-ETE, Université Laval, Université du Nouveau-Brunswick, Université Dalhousie, Université St. Mary's, Université Memorial, le Royal Ontario Museum, Université de Regina, Université d'Alberta, Florida State University

Industrie
Hydro-Québec Pétrole et Gaz, Junex Exploration, Pétrolia, Corridor Resources

Participants de l'INRS-ETE
A. Achab, M. Malo, B. Long, R. Bertrand

René LEFEBVRE, professeur
Géodynamique

Caractérisation et modélisation de l'hétérogénéité dans les systèmes aquifères locaux et régionaux

La compréhension de la dynamique d'écoulement de l'eau souterraine repose à la fois sur notre capacité à caractériser les systèmes aquifères et à les représenter quantitativement à l'aide de modèles numériques. Cependant, les capacités des simulateurs à intégrer l'hétérogénéité des aquifères ont largement dépassé les possibilités des moyens courants de caractérisation. Ce projet a donc pour objectif général de développer les capacités de caractériser et de représenter spatialement l'hétérogénéité des systèmes aquifères complexes. Pour ce faire, des approches novatrices de caractérisation hydrogéologique détaillée seront employées pour ensuite produire des modèles 3D de l'hétérogénéité des aquifères. L'emphase des travaux proposés porte sur la caractérisation des dépôts meubles glaciaires qui sont d'intérêt en eux-mêmes lorsqu'ils forment des aquifères, mais qui contrôlent aussi la recharge des aquifères rocheux sous-jacents. Travaux doctoraux de L. Lamarche et M.Sc. de L. Tremblay / CRSNG-Subvention à la découverte / Coll.: M. Parent.

Hydrogéologie et problématique du TCE dans le secteur Valcartier

Dans le cadre d'une entente d'offre permanente, l'INRS-ETE offre un support scientifique et technique en relation avec la problématique de la contamination en TCE dans le secteur Valcartier (Québec). Les deux objectifs des activités premiers travaux sont : 1) d'améliorer la compréhension de la situation dans la partie est du secteur Valcartier (Ville de Québec, arrondissement de Val-Bélair); 2) de refaire le point sur la problématique du TCE dans l'ensemble du secteur Valcartier. Les travaux dans le secteur Val-Bélair permettront de mieux définir le contexte hydrogéologique qui est plus complexe et moins bien défini dans la partie est du secteur Valcartier aux abords de la Ville de Québec. Ces travaux permettront aussi d'évaluer la continuité de l'aquifère ainsi que l'écoulement de l'eau souterraine et la migration du TCE vers l'est. La synthèse du secteur Valcartier va d'abord fournir un portrait global et à jour de la problématique du TCE dans l'ensemble du secteur Valcartier. Au niveau pratique, l'analyse des données de suivis permettra de statuer sur la fréquence requise du suivi à l'avenir. Travaux M.Sc. de T. Ouellon / Construction de Défense Canada / Coll.: M. Parent.

Hydrogeological assesment of the northern regions of Ghana

Réalisation par le consortium SNC-Lavalin / INRS-ETE des travaux prévus dans un projet de l'ACDI. L'INRS-ETE participe à deux des trois volets du projet. Le premier volet porte sur l'inventaire des ressources en eau souterraine dans le nord du Ghana qui a pour but d'améliorer l'accès aux institutions ghanéennes à des informations précises sur les ressources en eau souterraine. Ce volet comporte une revue des données, la réalisation de travaux complémentaires pour effectuer la cartographie hydrogéologique et la préparation d'un rapport dressant un inventaire des ressources en eau souterraine. Le deuxième volet porte sur le renforcement des capacités techniques des institutions ghanéennes par la formation sur divers sujets reliés aux ressources en eau souterraine (technologies modernes, évaluation du potentiel, préservation, modélisation). Projet M.Sc. de M.-A. Carrier / ACDI / Coll.: SNC-Lavalin, A. Rivera.

Expertise sur la caractérisation hydrogéologique reliée à la problématique du TCE dans le secteur de Shannon

L'objectif général des travaux est de préparer un rapport d'expertise en utilisant les données de caractérisation de la municipalité de Shannon produites par la firme de consultant retenue pour ces travaux. Le rapport d'expertise abordera chacun des objectifs des travaux de caractérisation : 1) préciser l'étendue exacte du panache de TCE vers l'ouest, tant en plan qu'en profondeur, entre les limites de la garnison Valcartier et de chaque côté de la rivière Jacques-Cartier, surtout pour s'assurer de définir son extension maximale; 2) définir le lien potentiel entre l'écoulement dans l'aquifère, la migration du TCE et la rivière Jacques-Cartier qui s'écoule à l'est du secteur Valcartier; 3) identifier des sources locales potentielles qui auraient aussi pu contribuer à contaminer l'aquifère à Shannon. Projet M.Sc. de V. Blais / Justice Canada / Coll.: M. Parent et R. Therrien.

Regroupement multidisciplinaire sur les technologies et pratiques agroenvironnementales (FCI) / Application du système de sondage FCI (FCI/FEI et utilisateurs)

Des équipements pour la caractérisation de la qualité des eaux souterraines ont été acquis dans le cadre d'une subvention accordée à un groupe de chercheurs en agroenvironnement. À l'INRS, la subvention a permis d'acquérir un GPS (D. Cluis) et un système de caractérisation par enfoncement (foreuse, équipements CPT et RPSS) et des équipements pour l'échantillonnage d'eau souterraine et de sols, une roulotte de transport, des équipements analytiques de terrain et de laboratoire, et un ordinateur de terrain et des logiciels. Des fonds sont disponibles de la part de la FCI pour la maintenance et la réparation de l'infrastructure (FEI). Des frais d'utilisation et contrats de service permettent aussi la maintenance des équipements. Projet M.Sc. d'é. Fauveau / FCI, MEQ et partenaires / FCI (FEI) / Fonds de partenaires et collaborateurs lors de travaux / Coll.: D. Cluis, L.-É. Parent, U. Laval, CGC, École Polytechnique, Mine Agnico-Laronde, Ministère de la défense nationale.

Détermination des conditions limites pour l'application de la théorie des écoulements non saturés aux matériaux grossiers : le cas des stériles miniers

Plusieurs aspects relatifs à la problématique de l'écoulement de l'eau dans les roches stériles entreposées en surface demeurent difficiles à résoudre. Le projet de recherche vise à définir les conditions limites pour l'application de la théorie des écoulements dans les milieux non saturés aux matériaux grossiers. Le projet comprend les étapes suivantes : 1) revue de la littérature et développement des composantes de base du modèle; 2) sélection et échantillonnage des matériaux; 3). travaux de laboratoire; 4) travaux de modélisation physique, constitutive et numérique. Travaux de doctorat de O. Falla (École Polytechnique) et de B. Lahmira (INRS) / FQRNT-équipe / Coll.: M. Aubertin, R. Chapuis, B. Bussière.

Alain MAILHOT, professeur
Hydrologie

Modélisation en milieu urbain

La recherche proposée porte sur des problématiques liées à la modélisation physique, hydraulique et hydrologique en milieu urbain. Elle recoupe trois axes de recherche, à savoir; i) l'évolution de l'état structural des infrastructures souterraines d'eau; ii) l'impact des changements climatiques en milieu urbain; iii) la modélisation des impacts des usages urbains de l'eau sur les milieux récepteurs. Les travaux scientifiques réalisés à travers ces différents ouvrages seront menés en parallèle puisqu'ils feront appel à plusieurs techniques mathématiques communes (techniques d'analyses statistiques, algorithmes et outils numériques, modèles de simulation, techniques d'analyse d'incertitudes, méthodes d'analyse de fiabilité (*reliability analysis*) et d'analyse de sensibilité. Concernant plus spécifiquement le volet Infrastructures souterraines d'eau, il s'agit de développer des modèles d'estimation des probabilités d'occurrence des bris d'aqueduc, dont la mise en place permettra une meilleure planification des interventions de remplacement des conduites. La qualité des résultats et de la planification qui en résultera est cependant intimement liée aux incertitudes inhérentes à ce type de modélisation, qui peuvent être importantes dans plusieurs cas.

L'objectif est d'élaborer une méthodologie permettant l'estimation des solutions optimales qui intègre les incertitudes associées à ce type de modélisation et d'estimer dans quelle mesure la qualité et le volume de données actuellement disponibles affecteront la performance de ce type d'approche. Le volet Changements climatiques en milieu urbain, s'intéresse à évaluer la capacité actuelle des réseaux à acheminer les eaux pluviales dans un contexte de changements climatiques. Cette étude permettra de voir l'incidence de ces changements sur les probabilités d'occurrence de refoulements, de débordements et sur la qualité des milieux récepteurs. Il s'agira aussi de voir comment différentes modifications aux infrastructures ou à la gestion des réseaux pourraient être revues afin de diminuer les impacts négatifs occasionnés par ces changements. Finalement, le volet Modélisation des impacts des usages urbains de l'eau sur les milieux récepteurs s'intéresse à la quantification des impacts des rejets urbains en milieu récepteur. Plusieurs auteurs ont en effet proposé de modifier l'objectif du contrôle en temps réel pour le faire passer d'un objectif de minimisation des volumes déversés à un objectif de minimisation des impacts sur la qualité du milieu récepteur. Une telle modification implique une modélisation de la qualité de l'eau du milieu récepteur. Or, les modèles de qualité de l'eau se distinguent par leur complexité relative, par le nombre important de variables et de paramètres qui les composent, par le nombre élevé de variables d'entrée que leur mise en place exige, et enfin par le nombre très limité de données disponibles pour leur validation. Il importe donc de s'interroger sur l'impact des différentes incertitudes sur les résultats de simulation de ces modèles. Cet axe de recherche entend examiner cette question et voir, dans un premier temps, comment les incertitudes sur les paramètres et sur les données d'entrée d'un modèle de qualité de l'eau déterminent les incertitudes sur les variables simulées. À plus long terme, ce travail s'inscrit dans une démarche visant à déterminer si, sur la base des informations généralement disponibles, il est possible d'escompter une performance suffisante des modèles de qualité de l'eau pour pouvoir appliquer ces modèles à un contrôle en temps réel basé sur une minimisation de l'impact des rejets en milieu récepteur. / CRSNG / Coll.: S. Duchesne, A.N. Rousseau, J.-P. Villeneuve.

Impacts et adaptations liés aux changements climatiques (CC) en matière de drainage urbain au Québec

Le projet entend examiner la problématique des impacts et des mesures d'adaptation à mettre en place en matière de drainage urbain dans un contexte où d'importantes modifications sont susceptibles de se produire dans les patrons de récurrences des différents événements météorologiques dans la foulée des changements climatiques (CC). Il faut en effet se souvenir que le dimensionnement des réseaux urbains de drainage est établi sur la base de critères statistiques de récurrence issus des analyses des historiques météorologiques disponibles. Advenant, comme les scénarios de CC le suggèrent, une modification significative des récurrences de certains événements météorologiques, il est à craindre que l'on assiste à une augmentation des cas de débordements de réseaux, de refoulements, voire d'inondations. Les objectifs spécifiques de cette étude sont donc les suivants : 1) évaluer les impacts et les risques de dommages associés aux CC en milieu urbain ainsi que les incidences économiques d'un accroissement de l'occurrence d'événements météorologiques susceptibles de générer des inondations et des dommages; 2) identifier les paramètres caractérisant la vulnérabilité en matière de drainage urbain face aux CC; 3) identifier les mesures d'adaptation à mettre en place et les coûts associés afin de maintenir un niveau de vulnérabilité acceptable; 4) dans un contexte de réhabilitation des infrastructures de drainage, évaluer les critères de conception actuellement en vigueur au Québec et réviser au besoin ces critères afin de favoriser un rendement optimal sur investissement; 5) définir, sur la base de l'estimation des coûts des mesures d'adaptation, des coûts appréhendés et des dommages, les enjeux posés par les CC en matière de drainage urbain à l'échelle du Québec. / Fonds d'Action sur les Changements Climatiques (FACC); Ressources naturelles Canada) / Coll.: A. Bourque (OURANOS), D. Caya (OURANOS), S. Duchesne (INRS-ETE), P. Gachon (OURANOS), T.D. Nguyen (INRS-ETE), V.T.V. Nguyen (McGill), G. Rivard (Aquapraxis), J.-P. Villeneuve (INRS-ETE).

Estimation des courbes IDF en climat futur – région de la mine Raglan

Les changements climatiques (CC) sont susceptibles d'avoir un impact important sur les critères de conception des ouvrages de drainage. La firme SNC-Lavallin, souhaitant intégrer à son analyse les modifications appréhendées que les CC auront sur les récurrences de pluies intenses dans la région de la mine Raglan (Grand-Nord québécois) et sur les régimes de températures moyens, a confié un mandat visant à développer les courbes intensités-durée-fréquence (IDF) en climat futur pour des durées de 6, 12 et 24 heures et pour des périodes de retour de 2, 5, 10, 25 et 50 ans pour la région de la mine Raglan. De plus, l'effet des CC sur le régime de température a été estimée en calculant les températures moyennes régionales journalières et sur 14 jours consécutifs en climats présent et futur. / SNC-Lavalin / Coll.: E. Nantel (INRS-ETE), S. Duchesne (INRS-ETE), D. Huard (INRS-ETE), J.-P. Villeneuve (INRS-ETE).

Michel MALO, professeur
Géodynamique

Étude métallogénique du gîte aurifère Roberto, Mines d'Or Virginia, Baie James

Ce projet fait partie d'un effort université-industrie-fédéral-provincial pour comprendre un gîte aurifère récemment découvert par la compagnie Mines d'Or Virginia, le gîte Roberto. Notre étude vise à documenter les paramètres géologiques et métallogéniques du gîte afin d'élaborer un modèle métallogénique qui sera exportable pour les ceintures de roches vertes de la région de la Baie James et de proposer des guides d'exploration. Des travaux de terrain de géologie structurale, de gîtologie, de métamorphisme, d'échantillonnage et de géochronologie sont prévus autour du gîte et dans sa région immédiate incluant une cartographie détaillée des zones minéralisées et une étude de la diagraphie de sondages. Les analyses au laboratoire (analyse structurale, mise en carte, géochimie, pétrographie, inclusions fluides, géochimie isotopique, géochronologie, etc.) seront réalisées pour bien documenter le contexte géologique du gîte. L'étude du gîte Roberto s'inscrit dans la problématique actuelle de reconnaître la diversité des systèmes aurifères et la nécessité de bien définir les caractéristiques géologiques des nouvelles découvertes de façon à mieux comprendre les processus géologiques impliqués, et les contrôles sur la formation et la distribution de la minéralisation à l'échelle du gisement, mais aussi à celle des districts et des ceintures de roches vertes. / CRSNG-CRDPJ – Mines d'Or Virginia / Col.: B. Dubé (CGC-Québec).

Tectonique des fronts orogéniques et ressources naturelles

Le front orogénique d'une chaîne de montagnes est une zone d'intérêt économique où l'on retrouve des champs d'hydrocarbures et des camps miniers. Bien que des accumulations d'hydrocarbures et de métaux se forment, plusieurs questions demeurent quant aux chemins de migration des hydrocarbures et des fluides minéralisateurs. Le projet de recherche consiste à analyser les mécanismes de déformation crustale dans les fronts orogéniques pour comprendre leur influence sur le développement de la porosité et de la perméabilité des roches qui pourraient contenir des réservoirs d'hydrocarbures et/ou des gisements métallifères. L'objectif du programme de recherche est d'élaborer un modèle de la circulation des paléofluides à l'échelle du front orogénique, afin de proposer un modèle d'évolution des réservoirs géologiques potentiels d'hydrocarbures et de gisements métallifères. Cette problématique de recherche sera abordée dans deux chaînes de montagnes, la partie québécoise des Appalaches et les Pyrénées orientales en Espagne / CRSNG.

Diversification de l'exploration minière au Québec - Réseau DIVEX

Le projet, coordonné par Michel Jébrak de l'UQAM et Michel Malo de l'INRS-ETE, vise à développer les travaux académiques dans le domaine de la métallogénie et de l'exploration minière. Il s'agit, sans aucun doute, d'une première dans le domaine des sciences de la terre au Québec. D'une part, il s'agit du plus important regroupement de chercheurs (soit 27) jamais assemblés autour d'un thème unificateur dans le domaine. Les chercheurs proviennent de sept institutions universitaires et des deux ministères des Ressources naturelles, du Québec et du Canada. Le Québec construira, à travers ce réseau, un dispositif durable qui augmentera l'efficacité d'une recherche actuellement très dispersée. D'autre part, le thème de la diversification des cibles et des territoires apparaît particulièrement pertinent dans le contexte de crise que vit l'industrie minière depuis quelques années. L'année 2005-2006 a représenté la quatrième année de fonctionnement du réseau avec le financement de Valorisation Recherche Québec et le début d'une nouvelle subvention de recherche du Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation. / VRQ – MDEIE.

Étude des linéaments RADARSAT du territoire Bas Saint-Laurent - Gaspésie

Ce projet est réalisé pour MIR-Télédétection et l'Agence spatiale canadienne. Le projet consiste à tester l'utilisation de RADARSAT pour la reconnaissance de grandes structures géologiques susceptibles de contenir des réservoirs de gaz naturel et de pétrole en Gaspésie. L'INRS-ETE a apporté son appui pour l'interprétation géologique des linéaments. Les données RADARSAT ont été intégrées à la base de données géoscientifiques (géologie, topographie, aérogmanétisme, gravimétrie, sismique) du projet « Potentiel en hydrocarbures des bassins frontières – Traitement et intégration des données » / MIR-Télédétection / Coll.: N. Pinet.

Création d'un réseau en géologie économique pour la formation et la recherche au sein de l'Université du Québec

Le projet vise à établir les fondements d'un réseau de recherche en géologie économique au sein de l'UQ, réseau qui regroupera des professeurs-chercheurs de quatre constituantes : l'INRS, l'UQAC, l'UQAM et l'UQAT. On compte déjà trois groupes de professeurs-chercheurs en géologie économique dans ces constituantes : DIVEX (le réseau pour la Diversification de l'exploration minérale au Québec) qui comprend des membres dans les quatre constituantes; CONSOREM (le Consortium de recherche en exploration minérale) formé de professeurs et d'agents de recherche de

l'UQAC et l'UQAM; URSTM (l'Unité de recherche et de service en technologie minérale) localisée à l'UQAT. Ce nouveau réseau prendrait appui sur ces trois groupes existants pour resserrer les liens de collaboration scientifique dans le réseau de l'UQ. Les actions du réseau visent également l'amélioration de la formation des étudiants au niveau de la maîtrise et du doctorat par la création d'un nouveau programme de soutien financier pour la mobilité des étudiants au sein de l'UQ. / FODAR – volet 1 Actions stratégiques en formation et en recherche et volet 2 Communauté scientifique Réseau / D. Bois (UQAT), R. Daigneault (UQAC), M. Gauthier (UQAM).

Potentiel en hydrocarbures de la Gaspésie - Maturation thermique

La Gaspésie fait l'objet de nombreux travaux d'exploration pétrolière depuis quelques années. Les travaux portant sur la maturation thermique, le potentiel en roches mères, et la géologie structurale des roches siluro-dévoniennes de l'ensemble du bassin de la ceinture de Gaspé se sont poursuivis au cours de l'année. / Coll.: R. Bertrand, D. Lavoie (CGC-Québec).

Richard MARTEL, professeur
Géodynamique

Les processus d'écoulement multiphase reliés à la restauration *in situ* des aquifères contaminés par des liquides organiques immiscibles

Les polluants organiques persistants (POP) sont des composés chimiques organiques toxiques dont la présence dans l'environnement peut persister et poser des problèmes pendant des décennies. L'objectif général de ce programme de recherche est de mieux comprendre le comportement de ces polluants dans les sols et les eaux souterraines et de mettre au point des méthodes de réhabilitation *in situ*. Nous étudions deux types de POP : les liquides immiscibles lourds (LID) (solvants chlorés, hydrocarbures lourds, BPC, etc.) et les matériaux énergétiques (ME) de type nitroaromatique tels que le TNT, le HMX et le RDX, qui se retrouvent dans des munitions militaires. Nos objectifs spécifiques à court terme visent une meilleure compréhension des mécanismes fondamentaux, tandis que ceux à long terme portent sur la mise au point de technologies de réhabilitation, particulièrement le lavage de sols avec des tensioactifs. Une des grandes difficultés de ce type de recherche est la mise à l'échelle (*scale up*) des technologies de réhabilitation entre le laboratoire et le terrain. Nous procédons à ces essais dans la nouvelle infrastructure de recherche FCI constituée de trois bacs et de colonnes pouvant contenir plusieurs mètres cubes de sols et permettant de réaliser des expériences représentatives du terrain mais sous des conditions expérimentales contrôlées. / CRSNG / Coll.: R. Lefebvre.

Support à la caractérisation de sites d'entraînement sur les bases militaires de Wainwright (Alberta), Cold Lake (Alberta) et Petawawa (Ontario)

Des études hydrogéologiques sont requises dans les secteurs d'entraînement des bases militaires Wainwright, Cold Lake et Petawawa dans le but d'évaluer s'il existe une problématique de contamination de l'eau souterraine par les explosifs et les métaux lourds. Tous ces travaux sont en collaboration avec le RDDC-Valcartier et CGC-Québec et complémentaires aux travaux qui sont effectués par des firmes spécialisées en environnement ou autres firmes qui sont engagées par l'INRS ou par RDDC-Valcartier pour participer à l'étude. L'implication de l'INRS-ETE se situe surtout dans la conception de l'étude, de la prise de mesures spécialisées ainsi que pour l'intégration et l'interprétation des données et la production des différents rapports et cartes. / Ministère de la Défense. / Coll.: M. Parent, Y. Michaud et M. Savard (CGC-Québec), G. Ampleman, S. Thiboutot, S. Brochu, E. Diaz (RDDC-Valcartier).

Travaux de laboratoire en colonne de sable pour évaluer le comportement des matériaux énergétiques et des métaux provenant de UXO partiellement détonnés

Des essais en laboratoire sont requis pour évaluer le comportement de composition B dans les UXO craqués dans la zone non saturée. Des UXO craqués contenant de la composition B et des traceurs ont été épandus à la surface de six colonnes contenant le sable du champ de tir Arnhem. Ces sols ont été arrosés et l'eau interstitielle a été échantillonnée afin d'évaluer le transport des matériaux énergétiques et des métaux dans la zone non saturée. Les résultats sont présentés en fonction du volume des pores d'eau circulé dans la colonne et du temps. De la modélisation numérique du transport des composés énergétiques dissous dans l'eau d'infiltration est en cours. / Ministère de la Défense / Coll.: G. Ampleman, S. Thiboutot (RDDC-Valcartier).

Étude de la subsidence en relation avec l'exploitation de l'eau souterraine dans la Vallée de Toluca, Mexique

Un problème de subsidence du terrain lié à l'exploitation de l'eau souterraine est observé dans la vallée de Toluca au Mexique. Suite au tremblement de terre de 1984 dans la ville de Mexico, les industries ont quitté la ville pour s'établir dans la vallée de Toluca. Depuis, la demande en eau s'est accrue dans cette région en raison du développement économique et de la

croissance de la population, qui double à tous les dix ans. Cette situation a causé un rabattement de 45 mètres de la nappe phréatique et une subsidence du sol qui a un impact important sur les infrastructures urbaines et industrielles. Le projet vise à établir le bilan en eau et mesurer le tassement du sol de façon à pouvoir quantifier la tendance des dernières années et effectuer des prédictions et recommandations. Pour ce faire, la prise de mesure sur le terrain dans des extensomètres est complétée par l'analyse de photos satellites et de la modélisation numérique. / AUCC / Coll.: J. Garfias (CIRA/UAEM), A. Rivera (CGC-Québec) et R. Therrien (Université Laval).

Évaluation de la production et de la migration du monoxyde de carbone suite à des travaux de dynamitage en milieu urbain

Effectuer des tests à l'échelle du terrain sur un site de dynamitage afin de recueillir des mesures de concentrations en CO, de température et de pression grâce à un réseau de surveillance temporaire. Cet essai permettra : de 1) documenter l'importance du problème de la contamination de l'air des espaces clos et des édifices ou bâtiments voisins par le CO suite à des travaux de dynamitage dans un site en milieu urbain; 2) d'examiner la production de CO associée au site de dynamitage et l'exposition des travailleurs qui retournent sur le chantier après les délais prescrits; 3) d'évaluer suite aux explosions, le déplacement des gaz et la zone influencée par les gaz de détonation dans le roc fracturé, les espaces clos, les infrastructures enfouis, et les édifices voisins. / IRSST / Coll.: B. Lévesque (département de Santé publique), G. Sanfaçon (Ministère de la Santé).

Guy MERCIER, professeur
Assainissement

Procédés d'enlèvement des métaux dans les sols contaminés, les cendres volantes et les déchets dangereux

La contamination de l'environnement par les métaux est fréquente et problématique dans plusieurs matrices contaminées. Les sols et les cendres d'incinérateur de déchets municipaux sont des exemples bien connus, mais il y a aussi des matières résiduelles dangereuses (MRD) qui présentent ce type de problèmes, comme les poussières d'aciérie, certains résidus d'aluminerie et de sidérurgie, les boues de placage, les boues de curage, etc. Les MRD, de par leur teneur en métaux, sont gérées par stabilisation dans un ciment spécial et enfouies dans un site à sécurité maximale. Les coûts sont élevés et aucune récupération des métaux n'est faite. L'approche préconisée ici vise à diminuer ces coûts et à améliorer le bilan environnemental, par la mise au point de procédés qui augmentent les pourcentages d'enlèvement et qui, de façon ultime, visent la récupération des métaux dans le cycle de production industrielle, ce qui diminue la détérioration de la qualité de l'environnement. Dans le cas des cendres, il s'agit de développement d'une deuxième génération du procédé. Dans tous les procédés, nous planifions d'abord d'expérimenter les procédés minéralurgiques (gravité, magnétisme, flottation) car leur coût utilitaire est généralement beaucoup plus faible que celui de la lixiviation chimique et biologique. Dans un deuxième temps, les matériaux qui ne sont pas efficacement décontaminés par les procédés minéralurgiques, le seront par la lixiviation chimique qui sera approfondie. D'autre part, le test de simulation du suc gastrique (TSSG) sera validé. Ce test cherche surtout à prévoir la toxicité des sols contaminés en plomb pour les jeunes enfants qui en ingurgitent en jouant sur les terrains ou en ingérant de la poussière d'un édifice contaminé. À plus de 10 ug Pb/ de sang, les effets neurotoxiques débutent, les enfants subissent un retard mental et les coûts sociaux sont énormes. Le TSSG deviendra un outil de dépistage et de gestion des sols contaminés. / CRSNG-Découverte.

Traitement des boues d'épurateur humide d'une usine d'Alcan

Plusieurs produits chimiques minéraux sont utilisés lors de la production de l'aluminium à partir de l'alumine avec la technologie Sodeberg (électrolyse en sel fondu). Parmi ces produits, il y a production de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) car l'électrolyse se fait en présence d'un dérivé du pétrole, le brai. Il y a donc formation de HAP qui sont volatilisés dans l'enceinte de l'usine. Un système de ventilation récupère les gaz de l'usine qui sont traités par un épurateur humide fonctionnant à la chaux. Les HAP sont donc emprisonnés dans ce précipité qui contient de la chaux, du fluorure de calcium et de l'alumine. Il y a donc production d'une boue minérale contaminée par les HAP. Ces boues sont gérées comme déchets spéciaux et enfouies au site d'Horizon à Grandes Piles. Le but du projet est l'évaluation de la revalorisation de ces boues par traitement à l'aide de surfactant. / Alcan / Coll.: J.-F. Blais, M. Bergeron.

Production de produit du magnésium à partir des résidus d'amiante

La réutilisation des résidus d'amiante comme matière première est intéressante car elle s'inscrit bien dans la philosophie du développement durable. Au Québec, il y a près de 400 millions de tonnes de ces résidus qui modifient le paysage de certaines régions. La chrysotile constitue la plus grande partie de ces résidus, qui ont une teneur de 20 à 24 % de magnésium. Étant donné cette forte teneur en magnésium, ils peuvent constituer une matière première pour la production de produits à base de magnésium. Nous nous

afférons donc ici à développer une méthode de lixiviation acide et d'électrolyse en phase aqueuse qui permettrait de produire du magnésium, métal qui a une très forte valeur commerciale. Ce métal léger, est en fait, de plus en plus utilisé dans notre société moderne. / CLD de la MRC de l'amiante / Coll.: J.-F. Blais, P. Drogui.

Traitement et valorisation des boues rouges et des déchets d'aluminerie

L'industrie canadienne de l'aluminium est l'une des plus importantes au monde. Cette industrie génère toutefois des quantités imposantes de déchets potentiellement dangereux, dont les coûts de gestion sont de plus en plus contraignants. Ce projet de recherche vise à trouver des solutions technologiques pour le traitement de deux déchets importants de cette industrie, soit les boues rouges, ainsi que les déchets d'aluminerie (à ne pas confondre avec les brasques). Ces derniers contiennent du fluorure et des HAP. L'objectif principal du projet consiste à obtenir un procédé rentable de production d'agent coagulant efficace à partir des boues rouges. Cette solution serait utilisée commercialement pour la déphosphatation des eaux usées municipales et industrielles en substitution au chlorure ferrique, sulfate ferrique ou sulfate d'aluminium. Il s'agit d'un procédé de dissolution chimique visant à mettre en solution l'aluminium et le fer contenus dans les boues rouges. Des essais en erlenmeyers permettront de trouver les meilleures conditions opératoires. Des essais de déphosphatation auront ensuite lieu avec des eaux usées.

Pour les déchets d'aluminerie, l'objectif principal visé consiste à identifier des conditions de traitement économiques moins coûteuses que la disposition de matières résiduelles dangereuses (MRD) dans un site spécialisé après fabrication d'une matrice de ciment (environ 350 $/t). Un tri magnétique visera à séparer la ferraille et l'aluminium métal. Des procédés de séparation physique et chimique seront ensuite effectués sur les fractions granulométriques qui nécessitent un traitement. Ces procédés permettront de détruire ou d'extraire les contaminants inorganiques (CN- et F-) et organiques (HAP) et de rendre ces déchets traités acceptables pour l'enfouissement sanitaire régulier. Dans les deux cas, une étude technico-économique sera effectuée. / CRSNG / Coll.: J.-F. Blais, P. Drogui.

Optimisation à la ferme de la technologie de séparation LISOX et validation de la valorisation au champ des coproduits solide et liquide

Le présent projet vise à démontrer, à l'échelle réelle, pour une ferme, une nouvelle technologie appelée LISOX, de séparation du lisier de porc. Ce projet s'inscrit dans la continuité d'un projet réalisé de 2000 à 2003 avec l'IRDA. Il sera accompli en collaboration avec Horizon Environnement Technologies (HET). Cette technologie hydraulique permet de générer deux fractions, soit une fraction liquide représentant environ 80 % du volume, laquelle peut être stockée dans la fosse à lisier et être utilisée au moment désiré comme fertilisant allégé en phosphore et en azote organique à la ferme (très bon rapport NH4/Ptot > 7 à 8), ainsi qu'une fraction solide (environ 20 % du volume) qui peut être additionnée d'un substrat carboné et stockée à la ferme avant d'être transportée pour être valorisée en dehors des zones de surproduction de lisier. Une autre option consiste à transporter le solide à 12 % ST dans un camion vacuum. Cette technologie a été testée à l'échelle pilote (séparateur de 320 litres) dans le cadre d'un projet subventionné dans le programme FCAR Actions concertées – IRDA. La technologie a été testée avec succès pour le traitement des divers types de lisier (engraissement, maternité, pouponnière).

Le projet a une durée de 12 mois, il est proposé de concevoir (design) et d'implanter (construction) la technologie LISOX dans une ferme porcine. Par la suite, il est prévu de démontrer l'efficacité du procédé pendant une période d'au moins cinq mois. Lors de la période de stockage, la fraction solide sera additionnée de sciures de bois ou de poussières de sablage et sera conservée sur une plate-forme étanche. La fraction liquide sera conservée dans un réservoir de grande capacité ou directement dans la fosse à lisier. Les sous-produits seront caractérisés, d'un point de vue chimique, au début et à la fin de la période de stockage. / Corporation Horizon Environnement Technologies / Coll.: J.F. Blais.

Miroslav NASTEV, professeur associé Hydrologie

Hydrogéologie régionale du basson versant de la rivière Châteauguay

Le bassin versant de la rivière Châteauguay est situé au sud-ouest de Montréal et s'étend de part et d'autre de la frontière canado-américaine (État de New-York). Il occupe une superficie approximative de 2540 km^2, dont environ 55 % en territoire québécois et environ 45 % aux États-Unis. Les aquifères régionaux transfrontaliers sont compris dans les roches sédimentaires paléozoïques des Basses-Terres du Saint-Laurent (grès, dolomies et calcaires). Les roches sédimentaires sont recouvertes de dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires (till, sable et gravier) et de dépôts marins fins (silt et argile). La région est relativement populeuse et compte environ 100 000 habitants. Environ 65 % de la population dépend de l'eau souterraine comme source unique d'approvisionnement en eau. Dans les régions rurales principalement, 20 000 puits privés alimentés par les aquifères régionaux sont en

opération. Il existe peu de données sur la qualité et la quantité de la ressource en eau souterraine et son usage actuel.

Cette initiative est menée en collaboration avec le ministère de l'Environnement du Québec et soutiendra les engagements de la Politique nationale de l'eau du Québec qui vise le développement des connaissances sur l'eau souterraine dans les régions habitées, la gestion et la protection de la ressource dans une perspective de développement durable et la mise en place de la gestion intégrée par bassin versant. Les travaux contribueront à assurer la quantité, la qualité et la pérennité de la ressource en eau souterraine dans les principaux aquifères du Canada et à accroître notre expertise sur des questions relatives à la gestion des eaux souterraines. / Coll.: R. Lefebvre, C. Deblonde.

Taha OUARDA, professeur
Hydrologie

Analyse de l'occurrence et de la récurrence des variables hydrométéorologiques extrêmes dans un cadre de changements climatiques

Le principal objectif de ce projet de recherche consiste à développer des outils statistiques qui répondent aux besoins des utilisateurs en vue de l'évaluation des impacts et de l'étude de l'adaptation aux changements climatiques (CC). Plus précisément, la présente demande vise le développement d'approches de caractérisation et de modélisation statistique des différentes variables et des extrêmes qui définissent l'hydraulicité des cours d'eau. Le programme de recherche envisagé comprend six volets :

1. Élaborer des modèles d'analyse de fréquence prenant en compte divers types de "non-stationnarité" (tendance, rupture, etc.). Ces modèles pourront ensuite être utilisés par les autres groupes d'Ouranos tel que le groupe impacts et adaptation (applications en foresterie, pêcheries, etc.) ainsi que par différents autres utilisateurs.
2. Élaborer, à partir des travaux déjà complétés par l'équipe de la Chaire en hydrologie statistique de l'INRS-ETE, des méthodes de sélection et d'ajustement de lois statistiques applicables dans un contexte d'analyse d'occurrence et de récurrence d'événements associés aux CC surtout dans un cadre d'extrapolation.
3. Caractériser, à l'aide des méthodes développées, les extrêmes des variables hydrométéorologiques et des variables dérivées importantes pour la détermination des conditions d'hydraulicité dans un cadre de CC.
4. Développer des techniques statistiques de désagrégation (spatiale ou temporelle) dans le cadre du développement de modèles statistiques décrivant les extrêmes hydroclimatiques.
5. Étant donné l'importance des périodes d'étiages dans la caractérisation de l'hydraulicité annuelle, on cherchera à modéliser les étiages par des processus ponctuels temporels non stationnaires et périodiques. De plus, on cherchera à développer des indices du risque associé à ces étiages en vue de les employer pour l'élaboration de politiques de gestion dans un cadre de futur incertain (CC).

6. Incorporer la notion de durée des événements, entre autres en développant des courbes QDF (i.e. Débit-Durée-Fréquence) sur le territoire québécois, en tenant compte des variations imputables aux changements climatiques. / CRSNG et Consortium Ouranos. / Coll.: A. St-Hilaire et B. Bobée (INRS-ETE), P. Gachon et N. Khaliq (Ouranos).

Chaire en Hydrologie statistique (Hydro-Québec / CRSNG)

Le programme de recherche de la Chaire comprend quatre axes en hydrologie statistique, thème général qui en constitue le fil directeur. Les axes A1 et A4 sont en continuité avec les travaux réalisés dans le cadre des chaires précédentes alors que dans les axes A2 et A3, on vise à effectuer des développements dans de nouvelles directions reliées à l'hydrologie statistique dans lesquelles peu de travaux de recherche ont encore été effectués. L'ensemble des travaux théoriques ainsi réalisés aura d'importantes retombées socio-économiques dont pourront profiter la totalité des compagnies hydroélectriques canadiennes et également au niveau international.

A1 Développement d'outils d'aide à la conception des ouvrages

Dans cet axe, on vise à compléter les travaux déjà réalisés dans les Phases 1 et 2 concernant l'hydrologie fréquentielle locale et régionale. Ces travaux sont tous nécessaires en raison de leurs retombées économiques pour Hydro-Québec et les autres compagnies hydroélectriques au Canada.

A2 Hydrologie statistique environnementale

Dans les deux nouveaux axes (A2 et A3), les projets proposés s'appuient sur des réalisations de l'équipe de la Chaire effectuées au cours de la Phase 2 et répondent, entre autres, aux priorités du partenaire industriel concernant la prise en compte des contraintes environnementales dans la gestion des ouvrages (débit réservé).

A3 Hydrologie statistique en milieu nordique
Cet axe répond aux priorités du partenaire industriel concernant l'intensification du développement hydroélectrique prévu en milieu nordique. Les travaux traitent de l'influence du couvert de glace sur la conception et la gestion des ouvrages, et du développement d'outils pour l'analyse des variables hydrologiques dans un environnement nordique en tenant compte des changements climatiques.

A4 Analyse et modélisation des séries chronologiques
Les travaux proposés dans cet axe sont en continuité avec certaines réalisations des Phases 1 et 2. Hydro-Québec y attache une grande importance. Il s'agit de travaux basés sur des résultats théoriques récents qui permettent une modélisation plus adéquate des séries chronologiques.

CRSNG/Hydro-Québec/INRS-ETE. / Coll.: R. Roy, P. Bruneau, M. Barbet, L. Bilodeau (Hydro-Québec) et A. St-Hilaire, B. Bobée, A.-C. Favre (INRS-ETE).

Estimation régionale des variables hydrologiques

Lorsque l'information hydrologique en un site est absente ou insuffisante, l'estimation des variables hydrologiques peut être effectuée par des modèles régionaux. Le principe est de transposer au site d'intérêt l'information spatiale provenant de bassins ayant un régime hydrologique similaire. Le programme de recherche comprend :

Développement de modèles fréquentiels régionaux

Les recherches sur l'estimation régionale des variables hydrologiques concernent : i) la modélisation explicite de l'hétérogénéité régionale et la quantification de la précision des estimations régionales des quantiles de crues; ii) la prise en compte des corrélations entre les différentes variables explicatives et les variables dépendantes et la combinaison de l'information locale et régionale; iii) le développement de modèles robustes en poursuivant le développement de la méthode de l'analyse des corrélations canoniques, p. ex. en utilisant l'estimateur de James-Stein; iv) le développement de modèles régionaux de crues intégrant l'utilisation du GRADEX (gradient des valeurs extrêmes) des pluies; v) la régionalisation d'autres variables telles que les volumes de crues et les paramètres de modèles et vi) le développement de modèles régionaux utilisant les queues des distributions (parties extrêmes des distributions) ainsi que l'information alternative (p. ex. données historiques).

Application à la modélisation des apports prévisionnels

Ces travaux s'inscrivent dans le cadre de l'estimation et de la régionalisation des paramètres de modèles hydrologiques (modèles conceptuels, hydrogrammes unitaires) utilisés pour transformer les données météorologiques affectant un bassin versant en écoulements naturels. Cependant, les estimations des paramètres de modèles hydrologiques sont entachées d'incertitudes et représentent donc des paramètres stochastiques. Les sorties des modèles hydrologiques basés sur ces paramètres stochastiques représentent donc des variables aléatoires. On propose d'effectuer une analyse systématique des incertitudes associées à ces paramètres et d'évaluer la propagation de cette incertitude dans la modélisation des apports. Ces travaux permettront d'améliorer la représentativité des séries prévisionnelles d'apports / CRSNG / Coll.: B. Bobée, M. Haché.

Développement d'un modèle hydrologique visant l'estimation des débits d'étiage pour le Québec habité

L'objectif de ce projet est de développer un outil hydrologique/statistique permettant de calculer les débits d'étiage pour les régions méridionales du Québec (au sud du 51° parallèle) selon une procédure rationnelle, rapide et efficace. Le projet consiste d'abord à appliquer la méthode d'analyse fréquentielle pour l'estimation des quantiles d'étiage de 1,7 et 30 jours consécutifs et correspondant à des périodes de retour de 2, 5 et 10 ans, pour toutes les stations hydrométriques du ministère qui sont naturelles et qui disposent de suffisamment d'années d'information. Ce travail sera fait séparément pour les périodes annuelles, estivales et mensuelles. Ensuite, on aura recours à une procédure d'estimation régionale pour évaluer les quantiles d'étiage aux sites où l'on ne dispose pas de suffisamment d'information. Une méthodologie d'estimation régionale se divise en deux étapes : i) la définition et la détermination des régions hydrologiquement homogènes sur la base de caractéristiques physiographiques et/ou météorologiques; ii) l'estimation régionale, qui permet de développer des équations régionales pour chaque RHH. Finalement, des cartes de résultats seront produites, permettant à l'utilisateur d'estimer les équations régionales des quantiles des débits d'étiage pour n'importe quel bassin du Québec habité où les caractéristiques physiographiques et/ou météorologiques requises sont disponibles. / Ministère de l'Environnement, PARDE 02-3 / Coll.: B. Bobée, A.-C. Favre, A. St-Hilaire, V.-D. Hoang.

Méthodes de *downscaling* des extrêmes climatiques pour l'estimation des quantités dans les conditions climatiques futures

L'objectif du projet est d'étudier les scénarios et les caractéristiques d'occurrence des extrêmes climatiques, pour répondre aux besoins de la communauté scientifique. Pour nous attaquer à ce problème, nous proposons d'utiliser des approches statistiques de *downscaling* des extrêmes climatiques. Plus spécifiquement, il s'agit de dériver des scénarios extrêmes journaliers en utilisant les champs mensuels de GCM déjà disponibles et considérés comme fiables. Nous proposons d'utiliser une approche de processus ponctuels dans laquelle les développements récents permettent d'élaborer le type de méthodologie requise. Cette approche est une extension du modèle de dépassement (*the peaks-over-threshold approach*) utilisé, entre autres, dans les applications hydrologiques. L'avantage de cette approche est qu'elle permet d'inclure des *covariates* dans la description du comportement des extrêmes, c'est-à-dire que les paramètres du modèle des extrêmes peuvent être des fonctions explicites des *covariates*. Smith et Shively (1995) ont incorporé des *covariates* dans les modèles de valeurs extrêmes afin d'établir la relation qui existe entre les variables météorologiques et les niveaux d'ozone extrêmes dans la troposphère. Cette technique sera adaptée pour dériver la relation qui existe entre les extrêmes climatiques (précipitations extrêmes, températures extrêmes de l'air, valeurs élevées de la température « humidex », et autres indices des extrêmes climatiques) et d'autres variables climatiques, telles que la pression atmosphérique mensuelle moyenne à la surface de la mer à différents sites à l'est du Canada. Le modèle statistique sera alors ajusté en utilisant l'approche classique du maximum de vraisemblance et l'approche bayésienne. Les modèles ajustés avec différentes procédures seront ensuite comparés. Les distributions *a posteriori* des paramètres des distributions seront estimées en utilisant une combinaison de l'échantillonnage de Gibbs (Geman et Geman, 1984) et de l'algorithme de Metropolis-Hasting (Chib et Greenberg, 1995). Ces techniques permettent d'implanter des modèles compliqués avec relativement peu d'effort. Les relations observées entre les extrêmes climatiques et d'autres variables climatiques, qui auront été identifiées ci-dessus, seront utilisées pour faire la projection des changements futurs dans les extrêmes climatiques, en se basant sur les variables climatiques simulées par les modèles GCM, tels que le champ de pression atmosphérique. Les changements dans les extrêmes observés seront documentés. / Fonds d'action pour le changement climatique (FACC) / Coll.: X. Zhang (Environnement Canada), B. Bobée.

Ouranos : projets du Groupe Occurrences/récurrences (modélisation des extrêmes)

L'objectif du projet est de développer des outils statistiques pour la modélisation des extrêmes hydrométéorologiques dans un cadre de changement climatique. Le projet est composé de trois volets : i) l'analyse régionale des courbes débit-durée-fréquence et intensité-surface-fréquence; ii) la modélisation des caractéristiques d'occurrence des étiages dans un cadre de changements climatiques; iii) l'étude des changements climatiques et de l'évolution du couvert de glace. / Consortium Ouranos (HQ) / Coll.: B. Bobée, A. St-Hilaire.

Homogénéisation des séries de hauteur de précipitation

Ce projet conjoint MENV-INRS-ETE vise à développer les outils (méthodes et logiciels) nécessaires à l'homogénéisation des données de précipitation et à assurer le développement d'une expertise québécoise en la matière. L'homogénéisation des séries de précipitation est une étape essentielle à réaliser avant de procéder à toute analyse du climat. L'homogénéisation consiste à corriger les données afin d'éliminer des fluctuations causées artificiellement par différents facteurs : changement de technique de mesure, changements d'opérateur, déplacements de station, etc. Ce projet comporte trois volets : préhomogénéisation des séries de hauteur de précipitation, développement de méthodes d'homogénéisation et finalement, développement d'un logiciel d'homogénéisation pour application aux données québécoises. Dans le cadre de ce projet, nous proposons d'étudier diverses méthodes d'homogénéisation des données de hauteur de précipitation, incluant l'application de tests classiques de détection de sauts, la méthode SNHT, ainsi que l'application des procédures bayésiennes univariée et multivariée de détection de sauts. Notons que le logiciel servira dans le cadre d'une application pilote visant à homogénéiser les données de précipitation à une quinzaine de stations du réseau climatologique du MENV. / Consortium Ouranos / Coll.: G. Boulet.

Transposition de l'information hydrologique à des échelles temporelles différentes

On s'intéresse, dans le cadre de ce projet à l'estimation, en temps réel, des apports horaires aux réservoirs d'Hydro-Québec à l'aide de stations de mesure situées plus en amont. Le problème réside dans le fait que l'estimation par bilan hydrique aux réservoirs ne permet d'obtenir que les apports journaliers. Or, si l'on dispose de mesures horaires du débit (calculées à partir d'une courbe de tarage) provenant d'une station en amont du réservoir, il est possible d'exploiter cette information afin d'obtenir une estimation des apports horaires au réservoir en question. Pour

ce faire, nous proposons d'employer une méthodologie basée sur le calcul d'un coefficient de transfert entre l'apport journalier au réservoir et le débit journalier à la station en amont. Ensuite, on applique un lissage exponentiel au coefficient de transfert journalier afin d'éliminer le bruit et d'estimer le coefficient de transfert pour le jour suivant. On peut ensuite procéder à l'estimation des coefficients de transfert au pas de temps horaire et des apports horaires aux réservoirs. L'objectif du projet consiste donc à implanter cette approche à l'intérieur d'un logiciel facile à utiliser et permettant à l'usager de gérer les entrées/sorties avec un minimum d'effort. / Hydro-Québec / Coll.: D. Tremblay, B. Bobée.

Chaire du Canada en estimation des variables hydrologiques

La conception et l'opération des ouvrages hydrauliques nécessitent une bonne connaissance des caractéristiques des débits extrêmes (crues, étiages). Les activités du programme de recherche et de développement proposé traitent principalement de l'estimation locale (au site) et de l'estimation régionale des variables hydrologiques. Dans le cadre local, les travaux visent notamment l'amélioration de l'estimation des événements rares utilisés dans la conception des ouvrages hydrauliques, la prise en compte à l'échelle locale des changements climatiques, l'amélioration de l'estimation des variables hydrologiques durant la saison de gel des cours d'eaux et la prise en compte de l'incertitude d'estimation dans l'aspect décisionnel. L'estimation régionale consiste à transposer au site cible l'information hydrologique provenant d'autres bassins dont le régime hydrologique est similaire et elle peut être utilisée lorsque l'information hydrologique au site d'intérêt est absente ou insuffisante. Les travaux proposés dans le cadre de l'estimation régionale visent à poursuivre l'amélioration du modèle de régionalisation conjointe des pointes et des volumes de crues, l'utilisation des données historiques dans un contexte régional et le développement de modèles de régionalisation qui tiennent compte de la durée des événements. Les travaux proposés permettront également de mieux faire face à l'impact des changements climatiques sur les ressources en eaux dans plusieurs secteurs stratégiques, tels que la production hydroélectrique et la navigation fluviale. Les travaux de recherche théoriques et pratiques proposés pourront trouver des applications auprès d'organismes tel que Environnement Canada et les compagnies hydroélectriques. / CRSNG-Programme des Chaires du Canada.

Régionalisation des événements hydrologiques extrêmes, développement dans le logiciel RÉGIONS

Le logiciel RÉGIONS a été développé par l'équipe de la Chaire Hydro-Québec CRSNG. Ce logiciel est présentement utilisé systématiquement par Hydro-Québec qui a reconnu son impact économique important. Il s'agit du premier logiciel de ce genre, intégrant toutes les étapes d'une étude régionale. La généralité du logiciel, et l'incorporation des techniques d'estimation régionale les plus performantes, ainsi que des dernières techniques disponibles pour l'acquisition des données et leur gestion, en font un outil de grande utilité, dont les retombées économiques sont importantes. L'objectif de ce projet est de mettre à jour le logiciel RÉGIONS en incorporant les dernières méthodologies développées par l'équipe de la Chaire en terme de régionalisation des événements hydrologiques extrêmes: i) intégration de la procédure d'estimation analytique de la taille de l'ellipse de voisinage dans la méthode d'analyse canonique des corrélations; ii) intégration d'un module bayésien de combinaison de l'information locale et de l'information régionale. Ce module est basé sur les variances d'estimation locale et régionale; iii) intégration d'un module de combinaison de l'information locale et régionale qui est basé sur l'approche bayésienne hiérarchique; iv) ajout d'un module qui permet d'effectuer les différentes étapes d'une étude régionale dans le cadre des sites partiellement jaugés et v) ajout d'une interface graphique conviviale. / Hydro-Québec / Coll.: P. Bruneau et M. Barbet (Hydro-Québec).

Méthode de mise à l'échelle statistique pour la simulation des extrêmes de différentes régions du Québec

Le but du présent projet de recherche est de : i) évaluer la force et les faiblesses des méthodes de *downscaling* statistiques SDSM et LARS-WG pour simuler les extrêmes et la variabilité du climat sur plusieurs régions de l'est du Canada ; ii) développer des indices climatiques utilisés pour l'analyse des extrêmes observés et la validation des méthodes de *downscaling* statistiques à l'aide du logiciel SDEIS de STARDEX ; iii) comparer avec l'approche neuronale développée auparavant dans la région du Saguenay. Tout ceci vise à améliorer les informations spatiales et temporelles provenant des simulations des GCMs et à développer des outils de *downscaling* pour générer les scénarios climatiques de référence. L'équipe de recherche se penchera également sur l'optimisation du choix des prédicteurs : variables atmosphériques à grande échelle utilisées dans les méthodes de *downscaling* statistique. Le choix des prédicteurs est extrêmement important et constitue une tâche très délicate à réaliser. L'équipe de recherche de l'INRS-ETE se concentrera sur les stations de Schefferville A, Kuujjuaq, Goosebay et Hopedale. / Fonds

d'Action du Changement Climatique, et Consortium OURANOS / Coll.: P. Gachon.

Analyse des fréquences de l'événement du 12 juillet 2004 à Saintt-Hyacinthe

Le but du projet est d'effectuer l'analyse des fréquences des événements qui ont eu lieu en juillet 2004 à Saint-Pie et en septembre 2004 à Gatineau dans l'objectif de connaître la période de récurrence des précipitations survenues aux dates ci-dessus mentionnées, et ce, dans le but d'évaluer la possibilité de procéder à un recours. / Services Juridiques de l'IACAG. / Coll.: O. Seidou (INRS-ETE).

Modélisation statistique de la relation climat-rendements agricoles et application à l'estimation de la vulnérabilité face aux changements climatiques, exemple de Fakara au Niger

Le Sahel est une région déjà bien connue pour son extrême vulnérabilité à la variabilité du climat. Depuis le début des années 70, une baisse progressive de la pluviométrie a entraîné une dégradation de l'environnement et des écosystèmes, menaçant gravement autant le mode de vie des populations que la biodiversité. Au Niger, à la suite du glissement des isohyètes vers le Sud - notamment lors des sécheresses de 1973 et 1984 - on a observé de profondes perturbations du mode de vie des populations caractérisées, entre autres, par une dégradation du rendement agricole, une dimimution du cheptel, des famines et le déplacement des populations. La vulnérabilité dans cette situation se définit selon trois facteurs: le climat (variabilité, extrêmes et changements), l'organisation sociale et la répartition des ressources naturelles sur le territoire. L'objectif de ce projet est de procéder à l'analyse de la vulnérabilité dans le contexte du rendement au Sahel. On se propose d'identifier les principaux facteurs en cause en prenant l'exemple de la région de Fakara au Niger. Les résultats du projet doivent aider non seulement au développement des outils appropriés pour étudier les effets des fluctuations du climat au niveau local, mais également de favoriser le développement des stratégies d'adaptation appropriées face aux changements climatiques. / ACDI-AGRHYMET / Coll.: O. Seidou (INRS-ETE) et P. Gachon (Environnement Canada).

Correction du débit en présence de glace et estimation de l'épaisseur de la glace de rivière, application à cinq rivières du Canada.

Une proportion importante des rivières canadiennes est affectée par l'effet de glace. Les séries de débits de ces rivières correspondant à la période hivernale sont souvent de qualité inférieure à celle correspondant au reste de l'année ; i.e. le débit estimé par la courbe de tarage ne correspond pas au débit réel dans la rivière à cause de la présence de glace dans la rivière (glace de surface, glace de fond, glace en aiguilles, etc.). Le travail proposé dans le cadre du présent projet vise à :

1. Développer des algorithmes robustes pour la correction du débit sous glace utilisant les méthodes les plus performantes identifiées par Ouarda et al. (2000) ;
2. Développer une méthodologie pour l'estimation de l'épaisseur de glace de rivière en se basant sur les travaux de Seidou et al. (2005) ;
3. Développer des programmes de calcul pour ces méthodes et présenter de brefs manuels d'utilisation ;
4. Appliquer les approches étudiées pour la correction des débits sous glace et l'estimation de l'épaisseur de glace pour cinq rivières canadiennes à savoir : la rivière Athabasca à Fort McMurray (07DA001), la rivière Pembina à Entwistle (07BB002), la rivière Clearwater à Draper, la rivière North Saskatchewan à Edmonton (05DF001) et la rivière Châteauguay en amont de la route 132 (02OA054) ;
5. Présenter des recommandations concernant les approches à utiliser dépendamment de la taille de la rivière étudiée et des données existantes ;
6. Présenter un rapport final traitant des aspects décrits précédemment, contenant une description des différentes méthodes abordées, et présentant les résultats obtenus pour les rivières étudiées ;
7. Impliquer les chercheurs d'Environnement Canada tout au long des travaux de recherche associés au présent projet pour assurer un transfert des méthodes développées. Environnement Canada. / Coll.: R. Bourdages (Environnement Canada), K. Chokmani (INRS-ETE).

Étude des conditions climatiques favorables à une flambée épidémique d'infection au virus du Nil Occidental (VNO) à Montréal

En 1999, le virus de Nil occidental est arrivé en Amérique du Nord (New York). En 2002, des épisodes importants se sont produits dans cinq villes nord-américaines : Cleveland, Chicago, Détroit, New York et Toronto. Le modèle de développement du virus est imparfaitement connu. Néanmoins, certaines conditions climatiques semblent déterminantes dans le développement du virus comme la température, les précipitations et l'humidité. L'objectif de cette étude est de déterminer les conditions climatiques associées aux épisodes observés en 2002. Par la suite, on veut évaluer le potentiel que des conditions climatiques similaires entraînent une épidémie à Montréal. Dans un premier temps, certaines variables climatiques des villes qui ont connu des épisodes humains de VNO sont analysées afin d'identifier les séquences météorologiques caractéristiques des moments culminants du développement du virus. Dans un deuxième temps, les distributions des variables importantes sont comparées avec le climat historique de la ville de Montréal pour évaluer la possibilité d'observer à Montréal des conditions

météorologiques similaires à celles survenues dans les épidémies de 2002. / I NSPQ. / Coll.: A. St-Hilaire (INRS-ETE), P. Gosselin (INSPQ).

Claudio PANICONI, professeur
Hydrologie

Contributions de modèles basés sur l'équation de Richards aux analyses hydrologiques

Développement de modèles basés sur l'équation de Richards, axé sur les thèmes suivants : i) améliorer des modèles 3D et couplés existants pour explorer les interactions entre atmosphère, surface, sols et aquifères; ii) introduire des méthodologies d'assimilation de données pour intégrer de façon consistante les prévisions des modèles et les données d'observation (p. ex. humidité du sol, débits); iii) incorporer et analyser divers algorithmes (p. ex. de discrétisation temporelle) pour rendre les modèles plus robustes et efficaces; iv) comparer les modèles de Richards avec des modèles simplifiés (p. ex. *hillslope-storage Boussinesq*) pour évaluer de nouvelles hypothèses et formulations de processus hydrologiques; v) intégrer ces modèles simplifiés dans un système d'aide à la décision récemment développé, et générer des analyses de scénarios. / CRSNG.

Étude d'un concept d'implantation linéaire d'une prise d'eau sous-fluviale dans la rivière Montmorency à Beauport

Analyser, en ce qui concerne la dynamique d'écoulement, un concept d'implantation d'une prise d'eau horizontale et sous-fluviale dans la rivière Montmorency à la hauteur du secteur des Îlets (arrondissement Beauport). Des simulations de l'écoulement souterrain de la nappe libre en contact avec la rivière seront faites en utilisant un modèle 2D (section verticale) prenant en considération: les propriétés du milieu poreux (perméabilité des stratums de sable et gravier et du matériel filtrant alentour de la conduite); la recharge naturelle; le niveau de la rivière (incluant l'effet de l'étiage); le colmatage; une géomembrane; la profondeur de captage; le diamètre de la conduite; le nombre de conduites; et le pompage (captage en tension). Avant la modélisation, une analyse sera faite des données existantes pour bien caractériser la zone d'étude, surtout par rapport à des valeurs de perméabilité obtenues par un essai de pompage dans un puits horizontal et par plusieurs *slug tests* et analyses granulométriques faites dans cinq forages. De nouveaux essais hydrauliques seront faits dans les forages existants par l'équipe d'étude. / Génécor civil et Ville de Québec. / Coll.: M. Leclerc, R. Lefebvre.

Modélisation des interactions entre les eaux de surface et souterraines à l'échelle du sous-bassin et du bassin versant (rivière Châteauguay)

Le but principal de ce projet est d'améliorer deux modèles hydrologiques mécanistes, valides à des échelles différentes (sous-bassin et bassin versant), afin de les rendre sensibles aux interactions bassin versant – aquifère (couplage) et à l'exploitation de nouvelles technologies de calage et d'assimilation des données. Une attention particulière sera apportée à la caractérisation et l'évaluation de la recharge et de l'écoulement de base. Le site de cette étude est le bassin versant de la rivière Châteauguay, au sud de Montréal. Le projet s'arrime avec des travaux et des initiatives déjà en cours qui portent sur le suivi et la caractérisation de l'hydrométéorologie et l'hydrogéologie du bassin versant de la Châteauguay. Les approches et méthodes de calage et d'assimilation des données qui seront développées permettront une utilisation améliorée des données disponibles. L'avancement de la fiabilité des prévisions sera bénéfique non seulement à nos partenaires mais également à tous les intervenants du bassin de la Châteauguay. L'ensemble des réalisations viendra appuyer l'utilisation soutenable des ressources en eau fortement sollicitées dans un contexte de conflits d'usage et d'évolution constante des écoulements et des apports résultant de la pression démographique, de l'occupation du sol et des changements climatiques. Les modèles et les méthodes développées dans le cadre de ce projet seront transposables à d'autres bassins versants du sud québécois, tandis que l'approche générale sera applicable à la plupart des bassins versants. / CRSNG, Ouranos. / Coll.: A. Rousseau, R. Lefebvre, J.-P. Villeneuve, M. Nastev (CGC-Québec), M. Larocque (UQAM), R. Roy (Hydro-Québec/Ouranos).

Christine RIVARD, professeure associée
Hydrologie

Étude des aquifères de la vallée d'Annapolis-Cornwallis

Une étude hydrogéologique régionale dans la vallée d'Annapolis-Cornwallis en Nouvelle-Écosse a été entreprise dans le cadre du programme sur les eaux souterraines de la Commission géologique du Canada. L'objectif général de ce projet consiste à caractériser et à quantifier l'eau des aquifères granulaires et fracturés de cette région (2 100 km^2). En effet, l'eau des rivières de la vallée étant devenue une source insuffisante et de trop mauvaise qualité pour l'approvisionnement des résidents, les municipalités se tournent de plus en plus vers l'eau souterraine. Ce projet multi-institutionnel comprend la participation des ministères provinciaux de l'Environnement et des Ressources naturelles, des ministères Agriculture

et Agroalimentaire Canada et Environnement Canada, des universités Acadia et INRS-ETE et des collèges Center of Geographic Sciences (COGS) et Nova Scotia Agricultural College (NSAC), d'associations environnementales, de firmes privées et du US Geological Survey. L'inventaire des données existantes a mené à la création d'une banque de données hydrogéologiques accessible à tous les partenaires. L'ajout de travaux de terrain et l'analyse de l'ensemble des données permettront le développement de modèles géologique et hydrogéologique 3D, d'un bilan hydraulique, ainsi que la cartographie des propriétés hydrauliques, de la piézométrie et celle révisée des dépôts quaternaires de cette région. Cette caractérisation contribuera au développement des programmes de gestion de la ressource eau souterraine par les autorités provinciales et municipales. / Coll.: Y. Michaud, C. Deblonde, C. Paniconi, A. Bolduc, S. Paradis, D. Paradis, S. Castonguay, S. Simpson, S. Pullan et R. Good.

Alain N. ROUSSEAU, professeur
Hydrologie

Ressources et approvisionnement en eau – modélisation et simulation mathématiques des processus naturels

Les travaux de recherche proposés portent sur des activités visant à mieux définir les représentations des processus hydrologiques et les limites d'application de la modélisation. Les activités de recherche et de transfert visent à améliorer des outils mathématiques de simulation existants, et ce, afin de répondre à des questions : i) de prévision des apports en eau des systèmes hydriques nordiques; ii) d'évaluation des ressources en eau pour l'approvisionnement des différents secteurs d'activités; iii) d'analyse de scénarios d'assainissement de l'eau à l'échelle du bassin versant. L'ensemble de ces travaux s'intègre dans le développement de démarches opérationnelles pour la prévision de l'évolution des ressources en eau et de leur devenir, ainsi que leur sensibilité aux changements climatiques. Les activités de cette demande s'inscrivent sous deux axes : i) modélisation hydrologique; et ii) gestion intégrée de l'eau. / CRSNG / Coll.: M. Slivitzky, J.-P. Villeneuve, J.-P. Fortin, A. Mailhot, M. Bernier.

Amélioration d'un système de modélisation intégrée et développement du protocole d'application pour l'analyse de scénarios d'assainissement agricole à l'échelle du bassin versant

L'objectif de ce projet est de poursuivre le développement du système informatisé de gestion intégrée des bassins versants GIBSI. Dans ce contexte, nous développerons un modèle de prélèvement des nutriments par les grandes cultures pour prendre en compte ces processus dans les cycles de l'azote et du phosphore simulés, et ainsi améliorer la précision des charges et concentrations calculées en rivière. Il s'agit également de développer un modèle de transport diffus de coliformes fécaux. Une fois développés et intégrés à GIBSI, ces deux modèles seront calés et validés à l'aide d'une méthode appropriée et par rapport à des données mesurées. Si les valeurs obtenues pour les paramètres physiques, chimiques et bactériologiques actuellement simulés sont utiles pour identifier la nature de la contamination ou pour être comparées aux critères de qualité de l'eau, elles restent difficiles à interpréter en terme de qualité biologique des cours d'eau. Ainsi, à partir d'une étude de données de terrain sur les organismes benthiques, il s'agira d'évaluer les possibilités de relation entre les paramètres abiotiques simulés et l'intégrité biologique des cours d'eau. / FQRNT / Coll.: R. Quilbé, G. Rogel, M. Grenier, S. Tremblay, M. Filion, A. Mailhot, J.-P. Villeneuve, (INRS-ETE) ; Y. Boissonneault, S. Campeau (UQTR, professeur invité à l'INRS-ETE) ; A. Viau, L. Khiari (U. Laval) ; M. Patoine, F. Godin, Y. Richard, A. Le Page (MDDEP) ; M. Duchemin, R. Majdoub, C. Côté (IRDA) ; E. Van Bochove (AAC).

Évaluation des changements hydrologiques selon les stades de développement du couvert végétal après la récolte et effet de la récolte sur le bilan des substances chimiques – Forêt Montmorency

Les revues de littérature ont montré que la coupe forestière peut augmenter les débits de pointe. Or, une forte augmentation est présumée délétère pour la faune aquatique parce que les pointes peuvent modifier la morphologie des cours d'eau et frayères. De plus, les revues suggèrent que la coupe près des cours d'eau et sur les zones humides a plus d'effet sur le bilan des substances chimiques que celle effectuée sur les aires plus éloignées ou mieux drainées. Ce projet vise à vérifier à l'aide de la modélisation hydrologique et de données observées à la forêt Montmorency que : i) la récolte jusqu'à 50 % de la superficie du bassin limite les augmentations des pointes sous 50 % - le 50 % de récolte acceptable est basé sur les augmentations maximales des pointes - l'utilisation des valeurs maximales constitue-t-elle une restriction trop sévère? ii) la réduction des taux de fonte est un bon indicateur de la réduction des pointes dans un contexte de rétablissement du couvert végétal; et iii) les coupes localisées près du réseau hydrographique (incluant des zones humides) affectent plus le bilan des substances chimiques que celles éloignées du réseau. / FQRNT / Coll.: Y. Tremblay, M.-P. Lavigne, N. Milot (INRS-ETE) ; A.P. Plamondon (Responsable, professeur invité à l'INRS-ETE), C. Camiré (Université Laval), M. Prévost (MRNFQ).

État des connaissances sur les impacts potentiels de l'exploitation d'une ferme porcine à grande échelle près de Chapais, sur le territoire de la Baie de James

Le mandat de ce projet porte sur l'étude des impacts potentiels de l'exploitation d'une ferme porcine à grande échelle près de Chapais, sur le territoire de la Baie de James, ainsi que sur l'encadrement, dans le cadre des audiences publiques requises par le gouvernement du Québec, de la présentation de cette étude par le conseil de la communauté Oujé-Bougoumou de la Nation Cris. / Council of the Oujé-Bougoumou Cree Nation, Waswanipi First Nation, Cree Board of Health and Social Services / Coll.: S. Ricard, J.-F. Dolbec, A. Simard, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE).

Étude préliminaire de modèles de transport des pesticides à l'échelle des bassins versants

Les objectifs de cette étude sont de : i) réaliser une revue de littérature des articles scientifiques sur les outils de modélisation pour fins de gestion intégrée de bassin versant, faisant la relation entre l'hydrologie, le transport et le devenir des pesticides et la contamination des eaux par ceux-ci et ii) analyser et intégrer les résultats de la revue de littérature dans une étude comparative (approche multicritères) d'outils de modélisation de transport de pesticides à l'échelle de bassins versants. Cette étude vise à définir les forces et faiblesses de chaque modèle et à déterminer le modèle le plus approprié pour l'établissement de plans de ferme environnementaux à partir de normes agroenvironnementales. / Centre Saint-Laurent (CSL), Environnement Canada (EC) - Direction de la conservation de l'environnement (DCE) / Coll.: R. Quilbé, P. Lafrance, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); M. Amrani, J. Leclerc (CSL); P.-Y. Caux, P. Jiapizian (EC).

Modélisation du transport des pesticides au niveau des bassins versants et détermination de normes agro-environnementales

Dans cette étude, les modèles GIBSI (développés par l'INRS-ETE), BASINS et SWAT (développés aux USA) vont être testés en comparant leurs pouvoirs de prédiction des concentrations des pesticides dans un bassin versant pilote (Chaudière, QC). Par la suite, l'INRS-ETE et Environnement Canada vont utiliser le(s) modèle(s) ainsi retenu(s) pour développer les Normes de Performance agro-environnementale Atteignables (NPA). La NPA est définie comme un niveau de concentration qui peut être atteint en mettant en place des mesures de gestion, des pratiques agricoles bénéfiques et des technologies disponibles. / Centre Saint-Laurent (CSL), Environnement Canada (EC) - Direction de la conservation de l'environnement (DCE), INRS-ÉTÉ / Coll.: R. Quilbé, P. Lafrance, S. Savary, S. Tremblay, A. Royer, M. Soulis, E. Caron (INRS-ETE); M. Amrani, J. Leclerc (CSL); P.-Y. Caux, P. Jiapizian (EC).

Service à la communauté des chercheurs du pôle Écohydrologie du Regroupement stratégique HYMAP

Dans le cadre du Regroupement stratégique HYMAP - Hydrométéorologie Appliquée - (FQRNT - A. Viau, U. Laval), le pôle Écohydrologie s'est vu alloué par le bureau de direction du Regroupement un budget de fonctionnement pour contribuer: i) à l'embauche d'un professionnel de recherche dédié au service du pôle et ii) au soutien aux étudiants du pôle. / FQRNT / Soutien financier au Regroupement stratégique HYMAP (Hydrométéorologie Appliquée) / Coll.: A. Hentati, S. Tremblay, P. Lafrance, A. St-Hilaire, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); S. Campeau (UQTR) A. Viau, J. Bluteau, A. Plamondon, C. Camiré (U.Laval).

Vulnérabilité de l'agriculture en réponse aux changements climatiques : étude de l'influence passée et future de l'occupation agricole du territoire sur le régime hydrologique et la qualité de l'eau d'un bassin versant, à l'aide d'un système de modélisation intégrée

Dans le cadre de ce projet, nous utiliserons le système de modélisation intégrée GIBSI (Gestion Intégrée par Bassin versant à l'aide d'un Système Informatisé) pour obtenir une meilleure compréhension du rôle joué par l'occupation du sol du bassin versant de la rivière Chaudière, Québec, dans la vulnérabilité de l'agriculture aux événements climatiques en fonction des coûts reliés aux pertes de sols et de nutriments. De plus, en collaboration avec l'IRDA, nous réalisons une étude expérimentale en conditions contrôlées afin d'estimer l'évolution de la sensibilité à l'érosion hydrique dans un contexte de changement climatique. Des parcelles expérimentales seront mises en place sur des sols et des pentes du même type que ceux où se ferait l'extension des cultures à risque (maïs et soya). Des précipitations reproduisant les événements intenses attendus à l'avenir seront appliquées sur les parcelles à l'aide d'un simulateur de pluie. La mesure du ruissellement et des pertes en sol permettra d'identifier l'érosivité de ces événements intenses, et l'érodabilité des sols sous ces conditions. Par la suite, les facteurs de végétation de l'équation universelle de pertes de sol (USLE-RUSLE) pourront être mis à jour et considérés dans la modélisation faite à l'aide de GIBSI. Cette étude permettra également de préciser le potentiel de pertes de sols à l'échelle intra-journalière et de définir les limites à imposer aux simulations d'érosion des sols effectuées à l'échelle journalière par GIBSI. Les résultats de cette étude permettront aux gouvernements (municipal, provincial et fédéral) et différents

intervenants (p. ex. : groupes de fertilisation) d'anticiper les changements possibles dans l'utilisation des sols ainsi que leurs effets sur les usages de l'eau de surface à l'échelle du bassin versant. À moyen terme, et ce, même si les résultats obtenus avec ce cas d'application ne seront pas généralisables à l'ensemble de la province, l'application de la méthode de travail aux différents bassins versants agricoles canadiens permettrait de préparer les cadres administratifs des programmes à mettre en place pour une adaptation durable de l'agriculture aux changements climatiques. / Ressources naturelles Canada - Direction des impacts et de l'adaptation liés au changement climatique; Ouranos - Impacts et adaptation - Sud du Québec / Coll.: R. Quilbé, J.-S. Moquet, M. S. Garbouj, S. Tremblay, S. Ricard, B. Salou, J.-F. Dolbec, S. Savary, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); A.-M. Laroche (U. de Moncton); E. Salvano (U. du Manitoba); G. Debailleul (U. Laval), P. Mullier (Financière Agricole), N. Lease (MAPAQ); A. Debradandère (OURANOS); M. Duchemin (IRDA), M. Patoine (MDDEP).

Projet d'implantation d'un système de gestion des bassins versants – Mexique

Le Mexique a révisé au début 2004 la loi de l'eau. En janvier 2006, tous les organismes de bassin versant (OB) devront être pleinement fonctionnels et appliquer la loi. La CNA (Commission nationale de l'eau) et l'IMTA (Instituto Mexicano de Technologia del Agua) seront impliqués dans le soutien technique des OB. Les OB auront l'entière responsabilité des opérations et des octrois des permis d'utilisation d'eau et des rejets, de suivre les conditions hydrologiques du bassin, son occupation du sol et des impacts. Pour ce faire, les OB ont besoin d'un système d'aide à la gestion des bassins permettant de rassembler les données hydriques, la consultation, l'archivage, l'analyse des demandes d'utilisation d'eau et des rejets, l'établissement des plans de gestion à long terme et de gestion des réservoirs pour fins multiples. L'objectif de ce projet est de réaliser une application du modèle GIBSI sur un bassin versant pilote mexicain et de définir une approche d'implantation technique de GIBSI au sein des OB. La première phase de ce projet consiste à accompagner nos collègues de l'IMTA dans la mise en place de GIBSI sur le bassin versant de la rivière Amacusac (8 000 km^2). / IMTA, INRS-ÉTÉ / Coll.: R. Quilbé, S. Tremblay, J.-P. Fortin, A. Royer (INRS-ETE); R. Turcotte (CEHQ).

Implantation du système de modélisation intégré de gestion des bassins versants (GIBSI) au Mexique - Calage du modèle hydrologique (application HYDROTEL)

Au Mexique les organismes de bassin (OB) sont responsables des opérations et des octrois des permis d'utilisation d'eau et des rejets, du suivi des conditions hydrologiques du bassin, son occupation du sol et des impacts. Au cours du printemps 2005, nos collègues de l'IMTA (Instituto Mexicano de Technologia del Agua), impliqués dans le soutien technique des OB, sont venus se familiariser avec le système informatisé de gestion intégrée des bassins versants (GIBSI) étant entrepris la construction de la base de données géographiques (application PHYSITEL) du bassin versant de la rivière Amacusac (8 000 km^2), sous bassin de la Balsas (45 000 km^2). L'objectif de ce projet est d'encadrer nos collègues dans la mise en place du modèle hydrologique HYDROTEL sur le bassin versant de la Balsas. Cet encadrement se fera dans le cadre d'une mission d'une semaine au Mexique dans les bureaux de l'IMTA, coordonnée par l'INRS en partenariat avec la Direction de l'expertise hydrique et de la gestion des barrages publics (ministère du Développement durable, de l'environnement et des parcs). / IMTA, INRS-ÉTÉ / Coll.: J.-P. Fortin, A. Royer (INRS-ETE); R. Turcotte CEHQ.

Adaptation du modèle hydrologique distribué HYDROTEL au milieu boréal québécois

Dans un contexte de planification de la production hydroélectrique, Hydro-Québec (HQ)/Ouranos désire poursuivre le développement et entreprendre l'adaptation au milieu boréal du modèle hydrologique HYDROTEL afin de mieux comprendre et prévoir les comportements hydrologiques historique et futur de ses bassins nordiques. Ce projet est organisé en quatre activités de travail : i) application de la version actuelle d'HYDROTEL sur le bassin versant de la rivière Nécopastic afin de poser les diagnostics sur les difficultés d'utilisation en milieu boréal; ii) adaptation/amélioration de la modélisation des processus hydrologiques associés au bilan d'énergie thermique et aux bilans hydriques des milieux humides et lacs; iii) mise en place d'une méthode de calage adaptée aux données disponibles; et iv) détermination du potentiel d'utilisation des données de réanalyses (ex.: ECMWF/ERA; NCEP/NCAR) pour la reconstruction du comportement hydrique historique des bassins versants en milieu boréal et utilisation des résultats du MRCC de l'UQÀM pour simuler le comportement hydrologique du bassin de la rivière Nécopastic dans un contexte de changements climatiques. / CRSNG-RDC, HQ/Ouranos, INRS-ÉTÉ / Coll.: S. Jutras, B. Konan, A. Royer, S. Savary, R. Bourdillon, C. Clerc, F. Gauthier, F. Chrétien, G. Bernhard (INRS-ETE) ; D. Tremblay, I. Chartier, R. Roy, G. Desrochers (HQ/Ouranos) ; Michel Slivitzky (INRS/Ouranos)

Formation HYDROTEL

Dans le domaine de la modélisation hydrologique distribuée, l'INRS-ETE et (HQ) ont mis sur pieds au cours des dernières années plusieurs activités de R&D avec le modèle hydrologique HYDROTEL et le SIG PHYSITEL. Tout récemment, l'INRS-

ETE, en partenariat avec HQ, dans le cadre de ses activités avec le consortium Ouranos sur l'impact et l'adaptation aux changements climatiques et la climatologie régionale, a obtenu un projet CRSNG (programme RDC) portant sur l'adaptation du modèle hydrologique distribué HYDROTEL au milieu boréal québécois. En parallèle à ce projet qui vient de démarrer, HQ a manifesté le besoin de recevoir pour certains de ses chercheurs et professionnels une formation théorique sur HYDROTEL. Cette formation de deux jours, c'est-à-dire les 2 et 3 février 2006, s'est déroulée au siège social d'HQ. Les sujets étaient traités: i) d'un point de vue théorique, ii) au niveau de l'interface du logiciel et iii) par des exercices pratiques. Au cours des exercices pratiques, il y a eu des échanges entre les participants afin qu'ils puissent avoir l'occasion de vérifier leurs résultats obtenus avec leurs collègues pour des valeurs différentes de paramètres. / IREQ(HQ), INRS-ÉTÉ / J.-P. Fortin, A. Royer (INRS-ETE) ; M. Beaudoin (IREQ)

Contribution au développement de la composante hydrologique de l'IROWC-P

Nous avons récemment complété une étude de faisabilité portant sur l'intégration d'un indice topographique (IT) de similitude hydrologique à la composante hydrologique de l'IROWC-P. L'objectif de cette collaboration est d'explorer différentes procédures géomatiques de calcul de l'IT et de collaborer avec Agriculture et Alimentation Canada (AAC) à l'intégration de cette procédure dans le calcul de la composante hydrologique de l'IROWC-P. Nos travaux en cours montrent que parmi les procédures disponibles, l'approche géomatique par SIG (logiciel ArcGIS) semble la plus pertinente et la plus facile à mettre en œuvre. Nous centrerons donc nos efforts sur cette approche qu'il convient d'approfondir et de mettre au point, puis d'appliquer et de tester sur plusieurs bassins versants du Québec. Cette approche permettra d'obtenir une carte des valeurs de IT à l'échelle du bassin versant qui pourra ensuite être reportée à l'échelle des polygones de pédo-paysage. / Agriculture et Alimentation Canada (AAC) / Coll.: A. Hentati, R. Quilbé, S. Tremblay, J.-P. Villeneuve (INRS-ETE); E. Van Bochove, F. Delchmi (AAC).

Utilisation de PHYSITEL pour le calcul de l'indice de similitude hydrologique de la composante hydrologique de l'IROWC-P

Nous avons récemment complété une étude qui a permis d'évaluer trois procédures géomatiques de calcul de l'IT (D8, D8-LAD et D8-LTD) sur 16 bassins versants québécois et de collaborer avec Agriculture et Alimentation Canada (AAC) à l'intégration de cette procédure dans le calcul de la composante hydrologique de l'IROWC-P [Van Bochove et al., 2006]. Les principaux livrables et conclusions de notre étude sont [Rousseau et al., 2005] : i) développement d'une procédure basée sur l'intégration et la préparation du MNA ainsi que le brûlage du réseau hydrographique numérisé dans le MNA; ii) obtention de très bons résultats dans tous les cas; iii) identification de problèmes associés avec les procédures D8 (génération de lignes d'écoulement parallèle) et D8-LAD (production de valeurs "Nodata"; iv) validation positive de la procédure D8-LTD; v) anomalies persistantes avec les régions planes et les lacs; vi) besoin de développer une procédure capable de surmonter tous ces problèmes (par exemple les procédures W-M, TFD et PHYSITEL). L'objectif de ce travail est de développer une procédure de calcul de l'IT basée sur l'utilisation de PHYSITEL sur les 16 bassins versants québécois à l'étude. / Agriculture et Alimentation Canada (AAC) / Coll.: A. Royer, R. Quilbé, S. Tremblay (INRS-ETE); E. Van Bochove, F. Delchmi (AAC).

Développement d'un cadre de travail de modélisation intégrée économique / hydrologique pour évaluer l'impact des pratiques de gestion bénéfiques à l'échelle du bassin versant

Dans le cadre du programme national WEBs (*Watershed Evaluation of Best Management Practices*), Agriculture et Agroalimentaire Canada nous a demandé de développer un cadre de travail basé sur la modélisation intégrée économique/hydrologique pour évaluer l'impact des pratiques de gestion bénéfiques (PGB) à l'échelle du bassin versant. Ce cadre de travail repose sur l'utilisation de la modélisation hydrologique (quantité et qualité de l'eau) et le développement ou l'adaptation de modèles économiques (modèles de production et de la valeur environnementale des services et biens reliés à l'eau) et de modèles d'adoption des PGB par les exploitants. / Agriculture et Alimentation Canada (AAC) / Coll.: P. Boxall (U. of Alberta); W. Yang (U. of Guelph).

Martine M. SAVARD, professeure associée Géodynamique

Spectrométrie de masse de rapports isotopiques à débit continu en mode d'extraction membranaire

Dans le cadre d'une subvention CRSNG-Recherche et Développement en collaboration (2002-2007), Martine M. Savard, André Tessier et Réal Paquin ont dirigé les travaux de recherche doctorale de Patrice Tremblay. Ces travaux en collaboration avec Phytronix, Citadel, Centre Acer, l'Université Laval et la Commission géologique du Canada s'inscrivent dans l'axe de recherche du développement analytique. Cette recherche propose une nouvelle méthode d'analyse des isotopes stables de gaz par flux continu, à l'aide d'un périphérique à membrane de nouvelle

conception, attaché à un spectromètre de masse. Ce système permet d'améliorer les précisions, la rapidité et la productivité pour ce type d'analyses. Monsieur Tremblay est le premier chercheur à proposer une évaluation quantitative de la relation entre les propriétés de transport et le fractionnement isotopique du carbone du dioxyde de carbone après sa transition à travers des membranes polymériques.

André ST-HILAIRE, professeur
Hydrologie

Projet de la phase 3 de la Chaire en hydrologie statistique
Axe 3: Hydrologie statistique environnementale

Le plan stratégique 2002-2006 d'Hydro-Québec stipule qu'une condition préalable à la mise en œuvre de projets de conception des ouvrages est leur acceptabilité du point de vue environnemental, tout en optimisant leur rentabilité. Une composante majeure des études d'impact environnemental est l'analyse des débits réservés, c'est-à-dire le débit qu'il faut maintenir en aval des ouvrages pour assurer une quantité et une qualité adéquates d'habitats aquatiques pour les espèces ciblées. L'habitat aquatique est évalué à partir de méthodes éco-hydrologiques (analyses statistiques des débits d'étiage) et/ou éco-hydrauliques (modélisation hydraulique des micro-habitats combinée à des modèles biologiques). Les valeurs de débit réservé ont un impact sur la conception des ouvrages, de même que sur la mise en œuvre de mesures d'atténuation et de compensation pour la perte éventuelle d'habitat. Ces considérations nous amènent à nous pencher sur les thèmes de recherche suivants : a) le développement de méthodes d'analyses statistiques de variables associées à la qualité des habitats, de même que l'estimation de l'incertitude associée aux estimations de débit réservé et son impact sur la conception des ouvrages et b) l'analyse des étiages en fonction du contexte non stationnaire imputable aux changements climatiques. Afin de faire progresser les connaissances dans ces domaines, deux projets sont proposés.
Dans ce contexte, les objectifs spécifiques du premier projet de l'axe 3 sont : i) le développement de nouvelles méthodes statistiques pour l'évaluation des indices d'habitat; ii) le développement de modèles statistiques pour la température de l'eau; iii) l'analyse statistique des étiages saisonniers et d'autres variables d'habitat comme la température de l'eau. / Hydro-Québec / CRSNG / Coll.: É. Robichaud (Hydro-Québec) B. Bobée, B. Nedushan, T.M.B.J. Ouarda, N. Tiémonge (Hydro-Québec), M. Bérubé (Hydro-Québec), L. Bilodeau (Hydro-Québec), P. Bruneau (Hydro-Québec).

Étude hydrologique et statistique sur la conception et l'efficacité de bassins de sédimentation pour les tourbières exploitées

Les travaux en cours dans ce projet, sont : i) faire le suivi et l'analyse statistique comparative des concentrations de solides en suspension à l'exutoire des bassins de sédimentation sur des tourbières du Nouveau-Brunswick exploitées par Premier Horticulture Ltée; ii) modéliser le lien entre les dépassements d'une norme fixe de SSC et les événements hydrologiques à l'aide de la régression logistique; iii) proposer des solutions de remplacement à la conception actuelle des bassins de sédimentation et iv) comparer le taux de déposition de tourbe en aval des bassins de sédimentation pour des tourbières ayant été exploitées durant des périodes différentes. / Premier Horticulture Ltée / CRSNG programme de Recherche et développement coopératif (RDC) / Coll.: S. Courtenay, A. Boghen, B. Pavey, B. Bobée, T.B.M.J. Ouarda. C. Dubé, J. Thibault, M. Clément, D. Caissie.

Modélisation statistique de variables abiotiques d'habitat aquatique

L'estimation des débits réservés est une composante importante des études d'impacts. Les approches couramment utilisées pour l'estimation des débits réservés (comme la modélisation de l'habitat par des méthodes de type IFIM) laissent peu de place à la caractérisation de variables essentielles telles que le régime thermique et la concentration de solides en suspension. Ce projet a pour objectif d'améliorer les connaissances relatives à ces variables d'habitats essentiels. Les recherches prévues concernent: i) le développement d'un modèle stochastique de température de l'eau; ii) le développement d'un modèle stochastique pour les cours d'eau aménagés; iii) le développement de modèles stochastiques pour la prévision de solides en suspension; iv) l'analyse fréquentielle de ces deux variables. / CRSNG - Subvention à la découverte.

Étude comparative et modélisation statistique des séries chronologiques de solides en suspension et de température de l'eau.

Ce projet, complète le projet «***Étude hydrologique et statistique sur la conception et l'efficacité de bassins de sédimentation pour les tourbières exploitées*** » et consiste à développer des outils d'interpolation statistique des variables de qualité de l'eau à partir de données récoltées sur différents bassins versants du Nouveau-Brunswck. / Entente de coopération Québec-Nouveau-Brunswick / Coll.: S. Courtenay, A. Boghen, T.B.M.J. Ouarda, B. Bobée, C. Diaz Delgado.

Protocole d'échantillonnage du système de production automatisé de neige (SPAN)

L'industrie du ski est importante pour l'économie des pays nordiques. Au Québec, on comptait plus de 1 102 000 skieurs et planchistes en 2003. Évidemment, la quantité et la qualité de neige au sol est une variable déterminante pour la viabilité de cette industrie. Le Domaine du ski Mont-Bruno inc. a initié en 2001 un projet de recherche et développement en nivoculture. L'objectif principal de ce projet est d'obtenir une production et une gestion optimale de la neige à l'aide d'une fabrication mécanique automatisée, en intégrant toutes les composantes des systèmes existants ou en développement en un seul système de production automatisée de la neige (SPAN). Dans cette optique, le présent projet vise à établir un protocole d'échantillonnage pour les saisons 2005-2006 et 2006-2007. Les objectifs spécifiques poursuivis dans le cadre de ce projet sont : i) l'établissement d'un cadre d'échantillonnage; ii) une proposition d'acquisition d'équipement pour faire le suivi des conditions de neige et des conditions climatiques; iii) le développement d'un protocole détaillé de mesures qui sera suivi par les employés du centre et iv) l'analyse statistique préliminaire des données recueillies. / Domaine du ski Mont Bruno inc. / Coll.: T.B.M.J. Ouarda, L. Beaudry.

Bilan hydrologique des tourbières boréales dans un contexte de plus ou moins grande aqualyse

Dans le secteur du complexe La Grande, à la Baie de James, les tourbières comptent parmi les écosystèmes les plus importants. Certains travaux traitant de l'hydrologie des tourbières ont confirmé l'importance de la structure topographique et végétale de ces écosystèmes sur le régime hydrologique, notamment pour la modulation de la crue printanière. Ce projet propose d'évaluer le rôle hydrologique des tourbières dans le complexe La Grande. Un inventaire aérien préliminaire effectué dans l'ensemble du complexe La Grande suggère, en effet, qu'un grand nombre de tourbières minérotrophes sont davantage aquatiques que terrestres. La grande majorité des parties aquatiques renferment des restes de lanières végétales et des plaques de végétation ennoyées de différentes tailles et formes. Dans tous les cas, les parties aquatiques submergent une végétation morte depuis un certain temps, vraisemblablement associée à une hausse de la nappe phréatique plus ou moins récente. Dans ce cas, on peut parler d'un processus d'aqualyse. La composante hydrologique de ce projet a pour objectifs : i) évaluer la variabilité (saisonnière, annuelle) de paramètres hydrométéorologiques nécessaires à l'évaluation de composantes du bilan hydrologique des tourbières du complexe La Grande et ii) évaluer statistiquement la relation entre ces variables hydrométéorologiques et les caractéristiques physiographiques des différents types de tourbière. / Hydro-Québec (Ouranos) / CRSNG programme de Recherche et développement coopératif (RDC) / Coll.: S. Payette, M. Bernier, R. Roy, M. Garneau, S. Tardif.

Modélisation géostatistique de la température de l'eau dans un espace multivarié

Les efforts en modélisation de la température se sont concentrés sur deux grandes approches : l'approche déterministe et l'approche stochastique. Les modèles déterministes requièrent souvent un grand nombre d'intrants qui sont parfois difficilement mesurables. La modélisation stochastique utilise les propriétés d'autocorrélation et les intrants des modèles stochastiques sont moins nombreux que les modèles déterministes. Par contre, ils nécessitent de longues séries chronologiques et simulent la température en un seul point. Ces deux grandes catégories de modèle n'offrent pas la possibilité de tirer profit des développements récents en instrumentation thermographique. En effet, les mesures de température de l'eau peuvent être prises de manière précise et à haute fréquence à l'aide de thermographes faciles à déployer. Le présent projet a pour objectif de développer une alternative aux deux catégories de modèles existant. L'approche proposée préconise la modélisation spatiale de la température de l'eau basée sur une méthode d'interpolation spatiale combinée à une approche multivariée. L'approche spatiale préconisée est le krigeage, qui est une méthode d'interpolation linéaire. L'approche originale proposée ici consiste à procéder à l'interpolation dans un espace autre que l'espace physique. L'espace utilisé sera créé à l'aide d'une combinaison des variables physiographiques et météorologiques qui expliquent le mieux la variance de température. Ces espaces d'interpolation combineront l'ensemble de l'information physiographique et météorologique par le truchement de méthodes multivariées, telles l'analyse en composantes principales et l'analyse canonique des corrélations. / FQRNT Programme établissement de nouveaux chercheurs / Coll.: C. I. Bénaoudia.

Normand TASSÉ, professeur
Géodynamique

Restauration des sites miniers

Les sites miniers abandonnés peuvent poser une variété de problèmes environnementaux affectant directement l'eau et les sols à proximité, et par conséquent tous les écosystèmes qui s'y greffent. L'absence d'infrastructures actives et de fonds de roulement impose l'identification de solutions originales et économiques pour le contrôle de la contamination, d'autant plus lorsque ces sites sont orphelins ou se trouvent dans des pays en économie émergente.

Les éléments les plus préoccupants d'un site minier sont les rejets de traitement et les stériles. Une implication initiale dans l'utilisation de résidus forestiers pour la prévention et le traitement du drainage minier acide au site East Sullivan a mené à une réussite technique et économique importante, les effluents satisfaisant pour la première fois en 2006 les critères de rejets, d'où l'interruption des interventions autres que la surveillance du site. Le concept avait été modifié avec succès pour la construction de biofiltres réducteurs en aval de résidus miniers arséniés. Il est présentement en révision pour en faire un dispositif plus universel, applicable tant aux stériles qu'aux résidus pouvant présenter des particularités *a priori* défavorables à son implantation.

Les fosses d'exploitation abandonnées peuvent aussi poser des problèmes. La limnologie de deux de ces lacs, au rapport diamètre/profondeur et à l'hydrogéologie inhabituels (chantiers d'abattage atteignant la surface, connectés à un réseau de galeries souterraines), est à l'étude pour déterminer les mécanismes responsables de l'acidification et identifier des mesures de mitigation.

Compte tenu des coûts impliqués dans une restauration, la détermination d'une responsabilité ou non-responsabilité d'un opérateur minier dans une contamination est cruciale, et il devient nécessaire d'identifier avec certitude la provenance des contaminants. Dans cette perspective, les rapports isotopiques du plomb comme signature caractéristique des différentes sources anthropiques de cet élément montrent un très bon potentiel. Les possibilités d'application à des cas litigieux du nord-ouest québécois sont en cours.

André TESSIER, professeur honoraire
Biogéochimie

Géochimie d'éléments traces dans les sédiments lacustres récents

Les outils disponibles aux gestionnaires ne permettent pas de prédire adéquatement les effets biologiques des métaux traces dans l'environnement aquatique. Une amélioration de ce pouvoir prédictif passe par une meilleure connaissance et une quantification des cycles et du destin des métaux traces et, ultimement, par le développement de modèles déterministes basés sur des concepts théoriques bien établis. Dans ce cadre, on étudie les processus biogéochimiques internes aux lacs qui impliquent les métaux traces comme : i) leurs réactions dans la colonne d'eau avec la matière organique d'origine biologique ou terrigène et avec les particules en suspension incluant le phytoplancton; ii) leurs réactions dans les sédiments avec les oxyhydroxydes de fer et de manganèse et avec les sulfures et polysulfures; iii) leur transport de l'eau vers les sédiments. Ces études impliquent le développement de méthodes de mesure *in situ* des concentrations de métaux et de leur spéciation ainsi que des expériences de laboratoire et de terrain pour comprendre et quantifier les processus. / CRSNG-Subvention à la découverte / Coll.: L. Rancourt, C. Gallon, L. Bérubé, R. Quirion, L. Laforte, A. Perron.

Rajeshwar D. TYAGI, professeur
Assainissement

Décontamination des boues d'épuration et leur utilisation pour produire des substances à haute valeur ajoutée

Les boues produites aux stations d'épuration posent de sérieux problèmes pour leur disposition. La présence des métaux toxiques ainsi que la présence de pathogènes dans ces boues est le principal problème rencontré. Des boues décontaminées ainsi que des boues brutes avec de basses teneurs en métaux sont toujours riches en C,N,P,K et peuvent servir comme sources idéales pour la production des produits à haute valeur commerciale (*Bacillus thuringiensis* (Bt) ou biopesticides, enzyme protéase) et biofertilisant (rhizobium). L'objectif global de ce projet de recherche est de décontaminer la boue et de développer de nouveaux procédés pour la valeur ajoutée des produits en utilisant comme matière première de la boue. Nous avons déjà testé la croissance de *Bacillus thuringiensis* (biopesticides) et de *Bacillus subtilis* pour la production de protéase alcaline (pour usage dans les détergents) et la production de rhizobium. L'objectif spécifique de ce projet multidisciplinaire est d'étudier la biolixiviation et la récupération des métaux des boues d'industrie; l'hydrolyse de la boue vise à augmenter la biodégradation de la matière organique pour l'accroissement des microorganismes désirés (production de Bt), les enzymes alcalines utilisant différentes souches standard de *Bacillus* (incluant l'isolation, la caractérisation de souches à partir de boues, l'optimisation du procédé, la récupération de l'enzyme) et la production de rhizobium. / CRSNG – Subvention à la découverte.

Production des protéases alcalines thermostables en utilisant des boues de l'épuration comme un substrat de fermentation et des souches de bacilles à haute activité protéolytique

L'élimination et le recyclage de grandes quantités de boues générées lors du traitement des eaux usées constituent un problème d'ordre mondial. À long terme, l'objectif de cette recherche sera de produire des dérivés à haute valeur ajoutée en utilisant des boues d'épuration comme source de C et de N. Nous avons développé un procédé de production de biopesticides (Bt) en utilisant les boues comme substrat et des études à l'échelle pilote sont en cours. Le but de ce projet est de

produire des protéases alcalines thermostables (utilisées dans les détergents et autres industries), et ce, dans des biosolides. Plusieurs nouvelles souches de *Bacillus*, isolées dans les boues, seront testées lors de cette étude. Les objectifs à court terme sont : 1) augmenter la concentration d'enzymes dans le procédé de bioconversion par : i) l'optimisation des paramètres du processus (rapport de C:N, concentration) en solides des boues, volume d'inoculum, technique de production, taux d'aération et d'agitation, reproductibilité des conditions optimisées en bioréacteur 150 L) et ii) le prétraitement des boues (traitement thermique alcalin et acide, oxydation) pour augmenter la biodégradabilité qui améliorera la croissance de la souche et par la suite le rendement de l'enzyme, 2) caractériser les protéases produites par ces nouvelles souches. Les résultats obtenus par ce travail mèneront à: i) développer un nouveau procédé pour la production de protéases à faible coût (40-60%); ii) une nouvelle voie pour la valorisation des boues et iii) réduire les incidences environnementales liées à la disposition des boues. La production d'enzymes sera réalisée avec les mêmes équipements destinés à la production de biopesticides déjà mis en place par notre groupe. / CRSNG Stratégique / Coll.: J.-F. Blais, J.R. Valéro, J.-P. Villeneuve.

Bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée

Des recherches sont entreprises à l'INRS-ETE pour explorer le potentiel des eaux usées et des boues d'épuration à supporter la croissance de microorganismes industriels ou nouveaux isolats et la formation de leurs dérivés microbiens d'intérêt commercial selon des procédures connues ou nouvelles en fermentation industrielle. Cette approche permet de diminuer le volume d'eaux usées et de boues à gérer tout en générant des revenus par la vente de produits biologiques. Une gamme de produits biologiques fait actuellement l'objet d'études dont : i) des bio-insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* contre les ravageurs forestiers; ii) des biofongicides à base de *Trichoderma sp.* pour protéger les cultures vivrières et fourragères; iii) des inoculants à base de *Rhizobia* pour la croissance des légumineuses et la protection des cultures agricoles; iv) des biopolymères pouvant être utilisés pour le conditionnement des boues d'épuration; v) des biocatalyseurs oxydants pour l'enlèvement des perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et les boues d'épuration; vi) et des biocatalyseurs protéolytiques pour remplacer les agents blanchissants dans les secteurs des détergents, du textile, du tannage et des pâtes et papiers. L'emphase est actuellement mise sur la bioconversion des eaux usées de l'industrie de l'amidon et les boues d'épuration des eaux usées municipales. Chacune des étapes de la bioproduction est étudiée (traitement en amont du substrat, procédé de fermentation, traitement en aval du produit désiré). La performance de nouvelles souches microbiennes (isolées des boues) et les risques technologiques et environnementaux des bioprocédés et des bioproduits (p. ex. : formation de mousse, variabilité de la composition des boues, présence potentielle de composés perturbateurs endocriniens dans les boues fermentées) sont aussi étudiés.

Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée

Laboratoire de recherche et de développement sur la production à valeur ajoutée en utilisant les rejets urbains, industriels et agricoles comme substrat de base

Les autorités concernées par l'élimination des rejets privilégient les méthodes sécuritaires et économiques. Certains de ces rejets sont difficilement valorisables à cause de leur nature, de l'absence de technologies de valorisation ou de la carence de marchés potentiels. Cependant, l'introduction de la production à haute valeur ajoutée comme incitatif économique pour la valorisation des rejets (urbains, industriels, agricoles) permettrait de : i) remplacer les matières premières conventionnelles (combustibles fossiles, biomasses fraîches) en utilisant une source d'approvisionnement alternative économique (les boues d'épuration et autres résidus putrescibles) pour l'obtention de produits compatibles avec l'environnement ; ii) fournir des alternatives biologiques plus performantes à coût moindre afin de remplacer les produits chimiques et de minimiser la dispersion de leurs produits de dégradation toxiques dans l'environnement ; iii) intégrer une solution durable aux problèmes de gestion des boues en réduisant le volume à éliminer tout en générant des revenus par la vente de produits microbiens ; iv) soutenir les initiatives des villes et des industries pour le développement durable ; v) donner accès aux pays industrialisés ou en voie de développement à une vaste gamme de produits écologiques, à des coûts acceptables, ayant comme base de production une matière première abondante et accessible en tout temps, ce qui préserve les autres sources d'approvisionnement pour l'alimentation humaine et animale. Cette approche est au centre des activités de recherche de la *Chaire de recherche du Canada sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée* de l'INRS et elle est aussi explorée par plusieurs chercheurs universitaires et leurs partenaires à travers le monde. Le potentiel scientifique et socio-économique de cette approche ainsi que le besoin d'équipements pour valider les bio-productions à l'échelle pilote ont mené à la création du *Laboratoire de R&D sur la production à valeur ajoutée en utilisant les rejets urbains, industriels et agricoles comme substrat de base*.

Cette infrastructure FCI met à la disposition des chercheurs des universités canadiennes et de leurs collaborateurs des équipements de pointe dont : deux séries de fermenteurs de 15, 150 et 2 000 litres et leurs appareils associés (réservoirs pressurisés, système de contrôle des procédés, analyseurs de gaz); des hydrolyseurs de 200 et 2 000 litres ainsi qu'un grand tamiseur pour le traitement en amont des substrats de fermentation non conventionnels; des systèmes pour le traitement en aval des bouillons fermentés afin de récupérer les produits microbiens désirés (centrifugeuse industrielle, unité de filtration); des appareils pour le contrôle de qualité et la caractérisation des substrats. Plusieurs bioproductions seront étudiées : biopesticides, biocatalyseurs, inoculants, bioplastiques, acides organiques, biohydrogène, etc. Ce laboratoire permettra ainsi de transférer des biotechnologies environnementales et leurs produits écologiques dans la société et propulser le Canada au premier rang de l'industrie verte. / Fondation Canadienne pour l'Innovation / Coll.: U. McGill, U. Laval, U. Sherbrooke, École polytechnique, Réseau Bio-Contrôle - U. Montreal, U. Nouveau-Brunswick , Oligosol, BioTEPP, Unifirst Canada, CFL-SCF-RNCan, Agriculture Canada.

Jean-Pierre VILLENEUVE, professeur Hydrologie

Modèles mathématiques appliqués

Les travaux proposés répondent aux préoccupations actuelles concernant les besoins de modélisation et de simulation liés au suivi et au transport des polluants en bassin versant, à l'évolution de l'état des infrastructures urbaines et au contrôle des débordements de réseau d'égout par temps de pluie. Ils ont pour objectif le développement d'outils et d'approches permettant une utilisation optimale des ressources actuellement disponibles, tout en assurant la protection de l'environnement. Les travaux antérieurs ont porté sur le développement d'un outil d'analyse et de simulation de la pollution à l'échelle du bassin versant, sur l'analyse du pouvoir prédictif des modèles et sur le développement d'un modèle de contrôle en temps réel des débordements de réseau d'égout par temps de pluie. Les travaux prévus permettront de compléter le développement de l'outil de gestion par bassin, qui se présente sous forme d'un logiciel que le gestionnaire peut utiliser pour comparer, sur une base quantitative, les impacts, à l'échelle du bassin versant, de divers types d'aménagements. Les travaux prévus portent aussi sur le développement d'une approche intégrée de gestion en bassin urbain, où la qualité des eaux déversées au milieu récepteur est prise en compte. Enfin, des travaux ont été entrepris afin de développer une modélisation permettant de prédire l'évolution de l'état structural des infrastructures d'aqueduc et d'égout. / CRSNG – Subvention à la découverte / Coll.: A. Mailhot, A.N. Rousseau, S. Duchesne.

Étude intégrée de la problématique de la mise à niveau des infrastructures d'eau des localités de la Côte-Nord

Ce projet vise à examiner la problématique de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement des eaux usées de sept localités éloignées de la Côte-Nord, à proposer divers scénarios de solutions et à comparer les coûts d'implantation et d'opération de ces diverses solutions. Les résultats de l'étude permettront aux autorités gouvernementales de comparer les coûts et les niveaux de services. La démarche se compose de trois étapes : 1) portrait de la situation en matière d'approvisionnement en eau potable et de traitement des eaux usées des sept localités. 2) analyse des solutions retenues en considérant le contexte particulier des localités considérées (qualité des eaux de surface, nature des sols, éloignement des localités, etc.), le niveau de services offerts, la capacité à répondre aux normes en vigueur, les coûts d'implantation et d'opération, ainsi que la possibilité de transposer cette solution vers les autres municipalités de la région. 3) présentation détaillée de la solution retenue en vue d'établir les modalités de mise en place de la ou des solutions retenues pour chaque municipalité sous étude, ainsi que les structures nécessaires pour supporter techniquement et financièrement les communautés locales dans l'exploitation de ces infrastructures. / Ministère des Affaires municipales, du sport et du loisir / Coll.: A. Mailhot, H. D. Coulibaly.

Analyse des mesures de pluviométrie récentes sur le territoire de la ville de Québec et pronostics d'évolution de la pluviométrie dans un contexte de changements climatiques

Le design des ouvrages de drainage urbain (conduites, ponceaux, etc.) de la Ville de Québec est actuellement basé sur les informations fournies par les courbes intensité-durée-fréquence (courbes IDF) de l'aéroport Jean-Lesage, lesquelles sont construites à partir de la pluviométrie ayant été enregistrée à l'aéroport entre 1961 et 1990. Or depuis la fin de la décennie 1990, la Ville de Québec dispose sur son territoire d'un réseau étendu de pluviomètres, mis en opération principalement pour la gestion en temps réel des réseaux d'égout unitaire. L'analyse des données provenant de ces pluviomètres permettra d'adapter les courbes IDF aux conditions locales, en plus d'y intégrer les modifications ayant pu survenir dans la distribution temporelle des pluies depuis 1990. Dans un second temps, la construction de courbes IDF tenant compte des changements climatiques prévus pour les 60 prochaines années permettra d'adapter le design des nouveaux ouvrages aux conditions auxquelles ces ouvrages seront soumis pendant leur durée de vie utile. Les

principaux objectifs du projet sont de : 1) analyser les précipitations mesurées jusqu'en 2005 sur le territoire de la Ville, en saisons estivale et hivernale; 2) produire des courbes IDF, en tenant compte des données mesurées jusqu'en 2005; 3) produire des courbes IDF représentant le climat prévu des 60 prochaines années à la ville; et 4) produire des sommaires et des cartes thématiques dressant un portrait d'ensemble des risques associés aux précipitations sur le territoire de la Ville. / Ville de Québec / Coll.: S. Duchesne, A. Mailhot.

Publications et communications

Brevets

Bergeron, M. 2 mars 2005. *Method of decontaminating soil.* Institut national de la recherche scientifique. Europe, Brevet EP1509344.

Bergeron, M. 12 juillet 2005. *Method of decontaminating soil.* Institut national de la recherche scientifique. Etats-Unis, Brevet US6915908.

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. 21 février 2006. *A method for increasing the chrome to iron ratio of chromites products.* Institut national de la recherche scientifique. Afrique du Sud, Brevet.

Articles publiés dans des revues scientifiques

Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Bérubé, M., Robichaud, É., Thiémonge, N. et Bobée, B. (2006). A review of statistical methods for the evaluation of aquatic habitat suitability for in stream flow assessment. *River Res. Appl.*, 22 (5): 503-523.
http://dx.doi.org/10.1002/rra.918

Auriol, M., Filali-Meknassi, Y., Tyagi, R. D., Adams, C. D. et Surampalli, R. Y. (2006). Endocrine disrupting compounds removal from wastewater, a new challenge. *Process Biochem.*, 41 (3): 525-539.
http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2005.09.017

Benoît, P., Gratton, Y. et Mucci, A. (2006). Modelling of dissolved oxygen levels in the bottom waters of the lower St.Lawrence estuary : coupling of pelagic and benthic processes. *Mar. Chem.*, 102 (1-2): 13-32.
http://dx.doi.org/10.1016/j.marchem.2005.09.015

Bernier, M. et Lafrance, G. (2005). L'intégration optimale des parcs éoliens dans les systèmes électriques : le programme de recherche en éolien de l'INRS. *Rev. Int. Héliotech. Éner. Environ.*, 32 : 5-13.

Berthiaume, P., Bigras-Poulin, M. et Rousseau, A. N. (2005). Dynamic simulation model of nitrogen fluxes in pig housing and outdoor storage facilities. *Biosyst. Eng.*, 92 (4): 453-467.
http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.08.008

Blanco. C.J.C., Secretan, Y., Favre, A. C. et Slivitzky, M. (2005). Modèle pluie-débit pour la simulation de courbes de débits classés sur des petits bassins non jaugés de l'Amazonie. *Can. J. Civil Eng./Rev. Can. génie civil*, 32 (5): 803-811.
http://dx.doi.org/10.1139/L05-037

Blin, P., Leclerc, M., Secretan, Y. et Morce, B. (2005). Cartographie du risque unitaire d'endommagement (CRUE) par inondations pour les résidences unifamiliales du Québec. *Rev. Sci. Eau*, 18 (4): 427-451.
http://www.rse.uquebec.ca/fr/vol18/v18n401.htm

Bonnet, A. L., Corriveau, L. et Richer-LaFlèche, M. (2005). Chemical imprint of highly metamorphosed volcanic-hosted hydrothermal alterations in the La Romaine supracrustal belt, eastern Grenville province, Quebec. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 42 (10): 1783-1814.
http://dx.doi.org/10.1139/E05-098

Bordas, F., Lafrance, P. et Villemur, R. (2005). Conditions for effective removal of pyrene from an artificially contaminated soil using *Pseudomonas aeruginosa* 57SJ rhamnolipids. *Environ. Pollut.*, 138 (1): 69-76.
http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2005.02.017

Brar, S. K., Verma, M., Surampalli, R. Y., Misra, S., Tyagi, R. D., Meunier, N. et Blais, J.-F. (2006). Bioremediation of hazardous wastes - A review. *Pract. Period. Hazard. Toxicol. Radioact. Waste Manage.*, 10 (2): 59-72.

Brar, S. K., Verma, M., Barnabé, S., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Impact of Tween 80 during *Bacillus thuringiensis* fermentation of wastewater sludges. *Process Biochem.*, 40 (8): 2695-2705.
http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2004.12.003

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2006). Recent advances in downstream processing and formulations of *Bacillus thuringiensis* based biopesticides. *Process Biochem.*, 41 (2): 323-342.
http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2005.07.015

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2006). Efficient centrifugal recovery of *Bacillus thuringiensis* biopesticides from fermented wastewater and wastewater sludge. *Water Res.*, 40 (6): 1310-1320.
http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2006.01.028

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Starch Industry Wastewater-Based Stable *Bacillus thuringiensis* Liquid Formulations. *J. Econ. Entomol.*, 98 (6): 1890-1898.
http://www.ingentaconnect.com/content/esa/jee/2005/00000098/00000006/art00020

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Sludge based *Bacillus thuringiensis* biopesticides : viscosity impacts. *Water Res.*, 39 (13): 3001-3011.
http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2005.04.072

Brian, M., Francoeur, J., Delcourt, H. et Leclerc, M. (2005). Ice control structures using piers, booms and nets. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 45 (2): 59-75.
http://dx.doi.org/10.1016/j.coldregions.2006.02.003

Campbell, P. G. C., Giguère, A., Bonneris, E. et Hare, L. (2005). Cadmium-handling strategies in two chronically exposed indigenous freshwater organisms - the yellow perch (*Perca flavescens*) and the floater mollusc (*Pyganodon grandis*). *Aquat. Toxicol.*, 72 (1-2): 83-97.
http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2004.11.023

Carbonneau, P. E. et Bergeron, N. E. (2005). Automated grain size measurements from airborne remote sensing for long profile measurements of fluvial grain sizes. *Water Resour. Res.*, 41 (11): W11426.
http://dx.doi.org/10.1029/2005WR003994

Carbonneau, P. E., Bergeron, N. E. et Lane, S. N. (2005). Texture-based image segmentation applied to the quantification of superficial sand in salmonid river gravels. *Earth Surf. Proc. Land*, 30 (1): 121-127.
http://dx.DOI.org/10.1002/esp.1140

Chi, G. X., Dubé, B., Williamson, K. et Williams-Jones, A. E. (2005). Formation of the Campbell-Red Lake gold deposit by H_2O-poor, CO^2-dominated fluids. *Miner. Deposita*, 40 (6-7): 726-741.
http://dx.doi.org/10.1007/s00126-005-0029-3

Chokmani, K., Bernier, M. et Slivitzky, M. (2005). Validation of a method for snow cover extent monitoring over Québec (Canada) using NOAA-AVHRR data. *EARSeL eProceedings*, 4 (1): 106-118.
http://las.physik.uni-oldenburg.de/eProceedings/vol04_1/04_1_chokmani1.pdf

Chokmani, K. et Viau, A. A. (2006). Estimation de la température de l'air et de la quantité de la vapeur d'eau atmosphérique à l'aide des données AVHRR de NOAA. *Can. J. Remote Sens. / J. Can. Télédétection*, 32 (1): 1-14.
http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cjrs/m05-030.html

Chokmani, K., Viau, A. A. et Bourgeois, G. (2005). Regionalization of outputs of two crop protection models using geostatistical tools and NOAA-AVHRR images. *Agron. Sustain. Dev.*, 25 (1): 79-92.
http://dx.DOI.org/10.1051/agro:2004058

Cloutier, V., Lefebvre, R., Savard, M. M., Bourque, É. et Therrien, R. (2006). Hydrogeochemistry and groundwater origin of the Basses-Laurentides sedimentary rock aquifer system, St.Lawrence lowlands, Quebec, Canada. *Hydrogeol. J.*, 14 (4): 573-590.
http://dx.doi.org/10.1007/s10040-005-0002-3

Corriveau, L. et Bonnet, A. L. (2005). Pinwarian (1.50 Ga) volcanism and hydrothermal activity at the eastern margin of the Wakeham Group, Grenville Province, Quebec. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 42 (10): 1749-1782.
http://dx.doi.org/10.1139/E05-086

Croisetière, L., Hare, L. et Tessier, A. (2006). A field experiment to determine the relative importance of prey and water as sources of As, Cd, Co, Cu, Pb, and Zn for the aquatic invertebrate *Sialis velata*. *Environ. Sci. Technol.*, 40 (3): 873-979.
http://dx.DOI.org/10.1021/es0516209

Cunderlik, J. et Ouarda, T. B. M. J. (2005). Regional flood-duration-frequency modeling in the changing environment. *J. Hydrol.*, 318 (1-4): 276-291.
http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.06.020

Dearing, J. A., Battarbee, R. W., Dikau, R., Larocque, I. et Oldfield, F. (2006). Human-environment interactions : learning form the past. *Region. Environ. Change*, 6 (1-2): 1-16.
http://dx.doi.org/10.1007/s10113-005-0011-8

Dearing, J. A., Battarbee, R. W., Dikau, R., Larocque, I. et Oldfield, F. (2006). Human-environment interactions : towards synthesis and simulation. *Region. Environ. Change*, 6 (1-2): 115-123.
http://dx.doi.org/10.1007/s10113-005-0012-7

Debret, M., Desmet, M., Balsam, W., Copard, Y., Francus, P. et Laj, C. (2006). Spectrophotometer analysis of holocene sediments from an anoxic fjord : Saanich Inlet, British Columbia, Canada. *Mar. Geol.*, 229 (1-2): 15-28.
http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2006.01.005

Drogui, P., Blais, J.-F. et Mercier, G. (2005). Hybrid process for heavy metal removal from wastewater sludge. *Water Environ. Res.*, 77 (4): 372-380.
http://dx.doi.org/10.2175/106143005X51950

Dufour, S. C., Desrosiers, G., Long, B. F., Lajeunesse, P., Gagnoud, M., Labrie, J., Archambault, P. et Stora, G. (2005). A new method for three-dimensional visualisation and quantification of biogenic structures in aquatic sediments using axial tomodensitometry. *Limnol. Oceanogr. Methods*, 3 (Août): 372-380.
http://www.aslo.org/lomethods/locked/2005/0372.pdf

El Adlouni, S., Favre, A. C. et Bobée, B. (2005). Comparison of methodologies to assess the convergence of Markov chain Monte Carlo methods. *Comput. Stat. Data Anal.*, 50 (10): 2685-2701.
http://dx.doi.org/10.1016/j.csda.2005.04.018

Filali-Meknassi, Y., Auriol, M., Tyagi, R. D., Comeau, Y. et Surampalli, R. Y. (2005). Design Strategy for a Simultaneous Nitrification/ Denitrification of a Slaughterhouse Wastewater in a Sequencing Batch Reactor : ASM2D Modeling and Verification. *Environ. Technol.*, 26 (10): 1081-1100.
http://www.ingentaconnect.com/content/selp/envt/2005/00000026/00000010/art00002

Filali Meknassi, Y., Auriol, M., Tyagi, R. D., Comeau, Y. et Surampalli, R. Y. (2005). Phosphorus co-precipitation in the biological treatment of slaughterhouse wastewater in a sequencing batch reactor. *Pract. Period. Hazard. Toxicol. Radioact. Waste Manage.*, 9 (3): 179-192.
http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1090-025X(2005)9:3(179)

Filali Meknassi, Y., Tyagi, R. D., Surampalli, R. Y., Barata, C. et Riva, M. C. (2005). Endocrine-Disrupting Compounds in Wastewater, Sludge-Treatment Processes, and Receiving Waters : Overview. *Pract. Period. Hazard. Toxicol. Radioact. Waste Manage.*, 8 (1): 39-56.
http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1090-025X(2004)8:1(39)

Gagnon, R., Levasseur, M., Weise, A. M., Fauchot, J., Campbell, P. G. C., Weissenboeck, B. J., Merzouk, A., Gosselin, M. et Vigneault, B. (2005). Growth stimulation of Alexandrium tamarense (*Dinophyceae*) by humic substances from the Manicouagan River (Eastern Canada). *J. Phycol.*, 41 (3): 489-497.
http://dx.DOI.org/10.1111/j.1529-8817.2005.00077.x

Gallon, C., Tessier, A., Gobeil, C. et Beaudin, L. (2005). Sources and chronology of atmospheric lead deposition to a Canadian Shield lake : Inferences from Pb isotopes and PAH profiles. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 69 (13): 3199-3210.
http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2005.02.028

Gallon, C., Tessier, A., Gobeil, C. et Carignan, R. (2006). Historical perspective of industrial lead emissions to the atmosphere from a Canadian smelter. *Environ. Sci. Technol.*, 40 (3): 741-747.
http://dx.dio.org/10.1021/es051326g

Garneau, M. E., Vincent, W. F., Alonso-Saez, L., Gratton, Y. et Lovejoy, C. (2006). Prokaryotic community structure and heterotrophic production in a river-influenced coastal arctic ecosystem. *Aquat. Microb. Ecol.*, 42 (1): 27-40.
http://www.int-res.com/abstracts/ame/v42/n1/p27-40/

Gauthier, C., Couture, P. et Pyle, G. G. (2006). Metal effects on fathead minnows (*Pimephales promelas*) under field and laboratory conditions. *Ecotox. Environ Safe.*, 63 (3): 353-364.
http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.03.019

Gauthier, Y. et Weber, F. (2006). A combined classification scheme to characterise river ice from SAR data. *EARSeL eProceedings*, 5 (1): 77-88.
http://las.physik.uni-oldenburg.de/eProceedings/vol05_1/05_1_gauthier1.pdf

Giguère, A., Campbell, P. G. C., Hare, L. et Couture, P. (2006). Sub-cellular partitioning of cadmium, copper, nickel and zinc in indigenous yellow perch (*Perca flavescens*) sampled along a polymetallic gradient. *Aquat. Toxicol.*, 77 (2): 178-189 .
http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2005.12.001

Gilbert, D., Sundby, B., Gobeil, C., Mucci, A., De Vernal, A. et Tremblay, G. H. (2005). A seventy-two-year record of diminishing deep-water oxygen in the St. Lawrence estuary : The northwest Atlantic connection. *Limnol. Oceanogr.*, 50 (5): 1654-1666.
http://www.aslo.org/lo/toc/vol_50/issue_5/1654.html

Gravel, A., Campbell, P. G. C. et Hontela, A. (2005). Disruption of the hypothalamo-pituitary-interrenal axis in 1+ yellow perch (*Perca flavescens*) chronically exposed to metals in the environment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 62 (5): 982-990.
http://dx.doi.org/10.1139/F05-011

Guderley, H. et Couture, P. (2005). Stickleback fights : Why do winners win? Influence of metabolic and morphometric parameters. *Physiol. Biochem. Zool.*, 78 (2): 173-181.
http://www.journals.uchicago.edu/PBZ/journal/issues/v78n2/030103/brief/030103.abstract.html

Hammy, F., Mercier, G. et Blais, J. F. (2005). Caractérisation et traitement des résidus de contrôle de la pollution de l'air (RCPA) d'incinérateurs de déchets municipaux par un procédé de lixiviation en milieu basique. *J. Environ. Eng. Sci.*, 4 (4): 287-298.
http://dx.doi.org/10.1139/S05-010

Hammy, F., Mercier, G. et Blais, J. F. (2005). Removal of lead in APCR leachates from municipal solid waste incinerator using peat moss in a batch counter-current sorption process. *Hydrometallurgy*, 80 (4): 232-240 .
http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2005.07.011

Hedger, R., Dodson, J. J., Bergeron, N. E. et Caron, F. (2005). Habitat selection by juvenile Atlantic salmon : the interaction between physical habitat and abundance. *J. Fish Biol.*, 67 (4): 1054-1071.
http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2004.00808.x

Hilberts, A. G. J., Troch, P. A. et Paniconi, C. (2005). Storage-dependent drainable porosity for complex hillslopes. *Water Resour. Res.*, 41 : W06001.
http://dx.doi.org/10.1029/2004WR003725

Hiriart-Baer, V. P., Fortin, C., Lee, D. Y. et Campbell, P. G. C. (2006). Toxicity of silver to two freshwater algae, *Chlamydomonas reinhardtii* and *Pseudokirchneriella subcapitata*, grown under continuous culture conditions : influence of thiosulphate. *Aquat. Toxicol.*, 78 (2): 136-148.
http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2006.02.027

Huard, D., Evin, G. et Favre, A. C. (2005). Bayesian copula selection. *Comput. Stat. Data Anal.*, [Articles in Press]
http://dx.doi.org/10.1016/j.csda.2005.08.010

Huard, D. et Mailhot, A. (2006). A Bayesian perspective on input uncertainty in model calibration : Application to hydrological model "abc". *Water Resour. Res.*, 42 (7): W07416.
http://dx.doi.org/10.1029/2005WR004661

Hurkmans, R., Paniconi, C. et Troch, P. A. (2006). Numerical assessment of a dynamical relaxation data assimilation scheme for a catchment hydrological model. *Hydrol. Process.*, 20 (3): 549-563.
http://dx.doi.org/10.1002/hyp.5921

Ilyashuk, E. A., Ilyashuk, B. P., Hannarlund, D. et Larocque, I. (2005). Holocene climatic and environmental changes inferred from midge records (Diptera : Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae) et Lake Berkut, southern Kola peninsula, Russia. *The Holocene*, 15 (6): 897-914.
http://dx.doi.org/10.1191/0959683605hl865ra

Johnston, P., Bergeron, N. E. et Dodson, J. J. (2005). Assessment of winter size-selective mortality of young-of-the-year Atlantic salmon (*Salmo salar*) using otolith microstructure analysis. *Ecol. Freshw. Fish.*, 14 (2): 168-176.
http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.2005.00089.x

Kaufmann, S. D., Gunn, J. M., Morgan, G. E. et Couture, P. (2006). Muscle enzymes reveal walleye (*Sander vitreus*) are less active when larger prey (cisco, *Coregonus artedi*) are present. *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 63 (5): 970-979.
http://dx.doi.org/10.1139/F06-004

Kraemer, L., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2005). A field study examining metal depuration kinetics in juvenile yellow perch (*Perca flavescens*). *Aquat. Toxicol.*, 75 (2): 108-126.
http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2005.07.007

Kraemer, L., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2006). Seasonal variations in hepatic Cd and Cu concentrations and in the sub-cellular distribution of these metals in juvenille yellow perch (*Perca flavescens*). *Environ. Pollut.*, 142 (2): 313-325.
http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.004

Kraemer, L. D., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2005). Dynamics of Cd, Cu and Zn accumulation in organs and sub-cellular fractions in field transplanted juvenile yellow perch (*Perca flavescens*). *Environ. Pollut.*, 138 (2): 324-337.
http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2005.03.006

Laforte, L., Tessier, A., Gobeil, C. et Carignan, R. (2005). Thallium diagenesis in lacustrine sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 69 (22): 5295-5306.
http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2005.06.006

Laridi, R., Auclair, J.-C. et Benmoussa, H. (2005). Laboratory and pilot-scale phosphate and ammonium removal by controlled struvite precipitation following coagulation and flocculation of swine wastewater. *Environ. Technol.*, 26 (5): 525-536.
http://www.ingentaconnect.com/content/selp/envt/2005/00000026/00000005/art00006

Laridi, R., Drogui, P., Benmoussa, H., Blais, J.-F. et Auclair, J. C. (2005). Removal of refractory organic compounds in liquid swine manure obtained from a biofiltration process using an electrochemical treatment. *J. Environ. Eng. ASCE*, 131 (9): 1302-1310.
http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2005)131:9(1302)

Larocque, I., Pienitz, R. et Rolland, N. (2006). Factors influencing the distribution of chironomids in lakes distributed along a latitudinal gradient in northwestern Quebec, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 63 (6): 1286-1297.
http://dx.doi.org/10.1139/F06-020

Lee, D. Y., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2005). Contrasting effects of chloride on the toxicity of silver to two green algae, *Pseudokirchneriella subcapitata* and *Chlamydomonas reinhardtii*. *Aquat. Toxicol.*, 75 (2): 127-135 .
http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2005.06.011

Levasseur, B., Chartier, M., Blais, J. F. et Mercier, G. (2006). Metals removal from municipal waste incinerator fly ashes and reuse of treated leachates. *J. Environ. Eng. ASCE*, 132 (5): 497-505.
http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2006)132:5(497)

Levasseur, M., Bérubé, F. et Bergeron, N. E. (2006). A field method for the concurrent measurement of fine sediment content and embryo survival in artificial salmonid redds. *Earth Surf. Proc. Land*, 31 (4): 526-530.
http://dx.doi.org/10.1002/esp.1344

Lewis, T., Braun, C., Hardy, D. R., Francus, P. et Bradley, S. R. (2005). An Extreme Sediment Transfer Event in a Canadian High Arctic Stream. *Arct. Antarct. Alp. Res.*, 37 (4): 477-482.
http://dx.doi.org/10.1657/1523-0430(2005)037[0477:AESTEI]2.0.CO;2

Luyet, V., Rousseau, A. N., Schlaepfer, R. et Villeneuve, J.-P. (2005). Gouvernance participative dans la gestion intégrée de l'eau par bassin versant au Québec : état des lieux et réflexions. *Vecteur Environ.*, 38 (6): 36-49.

Martel, R., Foy, S., Saumure, L., Roy, A., Lefebvre, R., Therrien, R., Gabriel, U. et Gélinas, P. J. (2005). Polychlorinated biphenyl (PCB) recovery under a building with an in situ technology using micellar solutions. *Can. Geotech. J./Rev. can. géotech.*, 42 (3): 932-948.
http://dx.doi.org/10.1139/T05-027

Masson, S., Campbell, P. G. C., Olsen, C., Martel, L., Pinel-Alloul, B., Méthot, G. et Hontela, A. (2005). Réponses de trois espèces sentinelles aquatiques à la contamination en métaux traces dans deux rivières de l'Abitibi, Québec. *Rev. Sci. Eau*, 18 (Hors série): 143-160.
http://www.rse.uquebec.ca/fr/vol18/v18HS10.htm

Mei, Z. P., Legendre, L., Tremblay, J. E., Miller, L. A., Gratton, Y., Lovejoy, C., Yager, P. L. et Gosselin, M. (2005). Carbon to Nitrogen (C : N) Stoichiometry of the Spring-Summer Phytoplankton Bloom in the North Water Polynya (Now). *Deep-Sea Res. Part I*, 52 (12): 2301-2314.
http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2005.07.001

Meunier, N., Drogui, P., Montané, C., Hausler, R., Blais, J.-F. et Mercier, G. (2006). Heavy metals removal from acidic and saline soil leachate using either electrochemical coagulation of chemical precipitation. *J. Environ. Eng. ASCE*, 132 (5): 545-554.
http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2006)132:5(545)

Michaud, A., Hare, L. et Campbell, P. G. C. (2005). Exchange rates of cadmium between a burrowing mayfly and its surroundings. *Limnol. Oceanogr.*, 50 (6): 1707-1717.
http://www.aslo.org/lo/toc/vol_50/issue_6/1707.pdf

Mohammedi, S., Bala Subramanian, S., Yan, S., Tyagi, R. D. et Valéro, J. R. (2006). Molecular screening of *Bacillus thuringiensis* strains from wastewater sludge for biopesticide production. *Process Biochem.*, 41 (4): 829-835.
http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2005.10.023

Mohovic, B., Gianesella, S. M. F., Laurion, I. et Roy, S. (2006). Ultraviolet B-photoprotection Efficiency of Mesocosm-enclosed Natural Phytoplankton Communities from Different Latitudes: Rimouski (Canada) and Ubatuba (Brazil). *Photochem. Photobiol*, 82 (4): 952-961.
http://dx.doi.org/10.1562/2005-09-30-RA-707

Morlon, H., Fortin, C., Adam, C. et Garnier-Laplace, J. (2005). Cellular quotas and induced toxicity of selenite in the unicellular green alga *Chlamydonomas reinhardtii*. *Radioprotection*, 40 (Suppl. 1): S101-S106.
http://dx.doi.org/10.1051/radiopro:2005s1-016

Morlon, H., Fortin, C., Adam, C. et Garnier-Laplace, J. (2006). Selenite transport and its inhibition in the unicellular green alga *Chlamydomonas reinhardtii*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 25 (5): 1408-1417.
http://dx.doi.org/10.1897/2512039.1

Morlon, H., Fortin, C., Floriani, M., Adam, C., Garnier-Laplace, J. et Boudou, A. (2005). Toxicity of selenite in the unicellular green alga *Chlamydomonas reinhardtii* : comparison between effects at the population and sub-cellular level. *Aquat. Toxicol.*, 73 (1): 65-78.
http://dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2005.02.007

Müller, D. R., Vincent, W. F., Bonilla, S. et Laurion, I. (2005). Extremophiles, extremotrophs and broadband pigmentation strategies in a high arctic ice shelf ecosystem. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 53 (1): 73-87.
http://dx.doi.org/10.1016/j.femsec.2004.11.001

Nastev, M., Lefebvre, R., Rivera, A. et Martel, R. (2006). Quantitative assessment of regional rock aquifers, south-western Quebec, Canada. *Water Resour. Manage.* , 20 (1): 1-18.
http://dx.doi.org/10.1007/s11269-006-2072-y

Nastev, M., Rivera, A., Lefebvre, R., Martel, R. et Savard, M. (2005). Numerical simulation of groundwater flow in regional rock aquifers, southwestern Quebec, Canada. *Hydrogeol. J.*, 13 (5-6): 835-848.
http://dx.doi.org/10.1007/s10040-005-0445-6

Naulet, R., Lang, M., Ouarda, T. B. M. J., Coeur, D., Bobée, B., Recking, A. et Moussay, D. (2005). Flood frequency analysis on the Ardèche river using french documentary sources from the last two centuries. *J. Hydrol.*, 313 (1-2): 58-75.
http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.02.011

Ndzangou, S. O., Richer-LaFlèche, M. et Houle, D. (2005). Sources and evolution of anthropogenic lead in dated sediments from Lake Clair, Quebec, Canada. *J. Environ. Qual.*, 34 (3): 1016-1025.
http://dx.doi.org/10.2134/jeq2003.0421

Niang, M., Bernier, M., Stacheder, M., Brandelik, A. et Van Bochove, E. (2006). Influence of Snow Temperature Interpolation Algorithm and Dielectric Mixing-Model Coefficient on Density and Liquid Water Content Determination in a Cold Seasonal Snow Pack. *Sens. Imaging*, 7 (1): 1-22.
http://dx.doi.org/10.1007/s11220-006-0020-9

Niang, M., Bernier, M., Van Bochove, E. et Durand, Y. (2006). Précision de l'estimation de l'équivalent en eau de la neige obtenue avec la sonde SNOWPOWER au Québec (Canada). *La Houille Blanche*, 2 : 128-133.

Nolin, M. C., Quenum, M., Cambouris, A. N., Martin, A. et Cluis, D. (2005). Rugosité de la surface du sol - description et interprétation. *Agrosol*, 16 (1): 5-22.
http://www.irda.qc.ca/_documents/_publications/1/24_fr.pdf

Orvoine, J., Hare, L. et Tessier, A. (2006). Competition between protons and cadmium ions in the planktonic food chain leading to the phantom midge *Chaoborus*. *Limnol. Oceanogr.*, 51 (2): 1013-1020.
http://www.aslo.org/lo/toc/vol_51/issue_2/1013.pdf

Ouellette, C., Courtenay, S. C., St-Hilaire, A. et Boghen, A. D. (2006). Impact of peat moss released by a commercial harvesting operation into an estuarine environment on the sand shrimp *Crangon septemspinosa*. *J. Appl. Ichthyol.*, 22 (1): 15-24.
http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00697.x

Pyle, G. G., Rajotte, J. W. et Couture, P. (2005). Effects of industrial metals on wild fish populations along a metal contamination gradient. *Ecotox. Environ Safe.*, 61 (3): 287-312.
http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.09.003

Quilbé, R., Rousseau, A. N., Duchemin, M., Poulain, A., Gangbazo, G. et Villeneuve, J.-P. (2006). Selecting a calculation method to estimate sediment and nutrient loads in streams : application to the Beauriage River (Québec, Canada). *J. Hydrol.*, 326 (1-4): 295-310.
http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2005.11.008

Racine, M. J., Bernier, M. et Ouarda, T. B. M. J. (2005). Evaluation of RADARSAT-1 images acquired in fine mode for the study of boreal peatlands : a case study in James Bay, Canada. *Can. J. Remote Sens. / J. Can. Télédétection*, 31 (6): 450-467.
http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cjrs/m05-029.html

Rennie, M. D., Collins, N. C., Shuter, B. J., Rajotte, J. W. et Couture, P. (2005). A comparison of methods for estimating activity costs of wild fish populations : more active fish observed to grow slower. *Can. J. Fish. Aquat. Sci./J. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 62 (4): 767-780.
http://dx.doi.org/10.1139/F05-052

Ricard, B., Bernier, M. et Lafrance, G. (2006). Relations statistiques entre les mesures de vent *in situ* et les estimations de vents en région côtière obtenues par imagerie RSO de RADARSAT-1. *Can. J. Remote Sens. / J. Can. Télédétection*, 32 (2): 65-73.

Richer-LaFlèche, M., Birkett, T. C. et Corriveau, L. (2005). Crustal development at the pre-Grenvillian Laurentian margin : a record from contrasting geochemistry of mafic and ultramafic orthogneisses in the Chochocouane river area, Quebec. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 42 (10): 1653-1675.
http://dx.doi.org/10.1139/E05-068

Robert, T., Martel, R., Conrad, S. H., Lefebvre, R. et Gabriel, U. (2006). Visualization of TCE recovery machanisms using surfactant-polymer solutions in a two-dimensional heterogeneous sans model. *J. Contam. Hydrol.*, 86 (1-2): 3-31.
http://dx.doi.org/10.1016/j.jconhyd.2006.02.013

Ross, M., Parent, M., Benjumea, B. et Hunter, J. (2006). The late quaternary stratigraphic record northwest of Montréal : regional ice-sheet dymanics, ice-stream activity, and early deglacial events. *Can. J. Earth Sci./Rev. Can. Sci. Terre*, 43 (4): 461-485.
http://dx.doi.org/10.1139/E05-118

Rouleau, C., Gobeil, C. et Tjälve, H. (2006). Cadmium accumulation in coastal demersal fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 311 : 131-143.
http://www.int-res.com/abstracts/meps/v311/p131-143

Salvano, E., Rousseau, A. N., Debailleuil, G. et Villeneuve, J.-P. (2006). An environmental benefit-cost analysis case study of nutrient management in an agricultural watershed. *Can. Water Resour. J. / Rev. Can. Ressour. Eau*, 31 (2): 105-122.
http://pubs.nrc-cnrc.gc.ca/cwrj/cwrj3102105.html

Savard, M. M., Bégin, C., Smirnoff, A., Marion, J., Sharp, Z et Parent, M. (2005). Fractionation change of hydrogen isotopes in trees due to atmospheric polluants. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 36 (19): 3723-3731.
http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2005.03.046

Seidou, O., Fortin, V., St-Hilaire, A., Favre, A.-C., El Adlouni, S. et Bobée, B. (2006). Estimating the snow water equivalent on the Gatineau catchment using hierarchical Bayesian modelling. *Hydrol. Process.*, 20 (4): 839-855.
http://dx.doi.org/10.1002/hyp.6127

Séjourné, S., Malo, M., Savard, M. et Kirkwood, D. (2005). Multiple origin and regional significance of bedding parallel veins in a fold and thrust belt : The example of a carbonate slice along the Appalachian structural front. *Tectonophysics*, 407 (3-4): 189-209.
http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2005.07.009

Sracek, O., Gélinas, P., Lefebvre, R. et Nicholson, R. V. (2006). Comparison of methods for the estimation of pyrite oxidation rate in a waste rock pile at Mine Doyon, Québec, Canada. *J. Geochem. Explor.*, 91 (1-3): 99-109.
http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2006.03.002

St-Hilaire, A. (2005). Book review : Instream flows for riverine resource stewardship, revised edition. *Can. J. Water Resour. / Rev. Can. Ressour. Eau*, 30 (2): 175-178.

St-Hilaire, A., Caissie, D., Cunjak, R. A. et Bourgeois, G. (2005). Streambed sediment composition and deposition in a forested stream : spatial and temporal analysis. *River Res. Appl.*, 21 (8): 883-898.
http://dx.doi.org/10.1002/rra.860

Subramanian, S. B., Kamat A.S., Ussuf, K. K. et Tyagi, R. D. (2006). Virulent gene based DNA probe for the detection of pathogenic *Bacillus cereus* strains found in food. *Process Biochem.*, 41 : 783-788.
http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2005.10.001

Tillé, Y. et Favre, A.-C. (2005). Optimal allocation in balanced sampling. *Stat. Probabil. Lett.*, 74 (1): 31-37.
http://dx.doi.org/10.1016/j.spl.2005.04.027

Turcotte, R., Favre, A.-C., Lacombe, P., Poirier, C. et Villeneuve, J.-P. (2005). Estimation des débits sous glace dans le sud du Québec : comparaison de modèles neuronal et déterministe. *Can. J. Civil Eng./Rev. Can. génie civil*, 32 (6): 1039-1050.
http://dx.doi.org/10.1139/L05-084

Van Bochove, E., Thériault, G., Dechmi, F., Rousseau, A. N., Quilbé, R., Leclerc, M. L. et Goussard, N. (2006). Indicator of risk of water contamination by phosphorus form canadian agricultural land. *Water Sci. Technol.*, 53 (2): 303-310.
http://www.iwaponline.com/wst/05302/wst053020303.htm

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Wastewater sludge as a potential raw material for antagonistic fungus (*Trichoderma* sp.) : Role of pre-treatment and solids concentration. *Water Res.*, 39 (15): 3587-3596.
http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2005.07.001

Verma, M., Sreekrishnan, T. R. et Tyagi, R. D. (2005). Cell agglomeration in acidogenic, mixed, and methanogenic cultures at different loading and mixing conditions. *Environ. Technol.*, 26 (7): 745-756.
http://www.ingentaconnect.com/content/selp/envt/2005/00000026/00000007/art00005

Vologina, E. G., Granin, N. G., Vorob'eva, S. S., Francus, P., Lomonosova, T. K., Kalashnikova, I. A. et Granina, L. Z. (2005). Ice-rafting of sand-silty material in South Baikal. *Russian Geol. Geophys.*, 46 (4): 424-430.
http://www.izdatgeo.ru/journal.php?action=output_more&id=1&id_dop=11&idsearch=245

Yezza, A., Tyagi, R. D., Valéro, J. et Surampalli, R. Y. (2005). Influence of pH Control Agents on Entomotoxicity Potency of *Bacillus thuringiensis* using Different Raw Materials . *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 21 (8-9): 1549-1558.
http://dx.DOI.org/10.1007/s11274-005-7712-5

Yezza, A., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Wastewater Sludge Pretreatment for Enhancing Entomotoxicity Produced by *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 21 (6-7): 1165-1174.
http://dx.DOI.org/10.1007/s11274-005-0700-y

Yezza, A., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2006). Correlation between entomotoxicity potency and protease activity produced by *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* grown in wastewater sludge. *Process Biochem.*, 41 (4): 794-800.
http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2005.10.005

Yezza, A., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Production of *Bacillus thuringiensis*-based biopesticides in batch and fed batch cultures using wastewater sludge as a raw material. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 80 (5): 502-510.
http://dx.doi.org/10.1002/jctb.1204

Communications ou publications avec arbitrage

Achab, A., Asselin, E., Bertrand, R. et Lavoie, D. (2006). Biostratigraphy and thermal alteration of Ordovician hydrocarbon targets in the St. Lawrence Platform. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Achab, A., Paris, F. et Asselin, E. (2006). Chitinozoan biodiversification in relation to Ordovician paleogeography, paleoceanography and paleoclimate. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Adjalle, D. K., Vanderborgth, Y., Kalogo, Y. et Tyagi, R. D. (2005). Évaluation des charges polluantes touristiques et leurs impacts sur différentes stations d'épuration aérobies des eaux usées. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 1. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Ahmadi-Nedushan, B., St-Hilaire, A., Benyahya, L., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2005). Stochastic models for estimating river water temperatures. Dans: *41st American Water Resources Association 2005 Annual Conference (AWRA)*, (Seattle, États-Unis).

Asselin, M., Blais, J.-F., Drogui, P. et Benmoussa, H. (2005). Utilisation de l'électrocoagulation pour le traitement des eaux usées d'abattoir. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 3. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Aulagnier, F., Poissant, L., Lafrance, P., Rondeau, B., Deblois, C., Dassylva, N., Pilote, M. et Beauvais, C. (2005). Levels and trends of pesticides in air, precipitation and soil in Québec, Canada. Dans: *25th International Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and Persistant Organic Pollutants (POPs) / 20th International Symposium on Polycyclic Aromatric Compounds. DIOXIN 2005*, (Toronto, Canada).

Auriol, M., Filali Meknassi, Y., Adams, C. et Tyagi, R. D. (2005). HRP-catalyzed oxidation of steroid estrogens in synthetic water vs. wastewater effluent. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 6. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Bakhtiari, M., Pyle, G. et Couture, P. (2005). Physiological Changes Associated with Tissue Metal Variations in Wild Yellow Perch (Perca flavescens) Under Laboratory Conditions: A Comparative Study. *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) North America 26th Annual Meeting: Environmental Science in a Global Society: SETAC's Role in the Next 25 Years*, (Baltimore, États-Unis).

Bala Subramanian, S., Vu, D. K., Yan, S., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2005). Isolation and Characterization of Bioflocculants/Biocoagulants Producing Microorganisms and Their Use for Wastewater Sludge Dewatering. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 8. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Barnabé, S., Beauchesne, I., Cooper, D. G. et Nicell, J. A. (2005). Devenir des plastifiants et de leurs produits de dégradation dans les stations d'épuration des eaux usées. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 9. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Barros, M. L. C., Sena, M. J. S., Mesquita, A. L. A. et Secretan, Y. (2005). Apliçao de sistemas de informaçao geográfica para calibraçao do modelo hidrodinâmico da baía do guajará. Dans: *XIX Semana Paraense de Informática e Telecomunicações e II Congresso de Tecnologia da Informação e Comunicação da Amazônia*, (Belém, Brésil).

Beauchesne, I., Ouarda, T. B. M. J. et Blais, J.-F. (2005). Procédé de décontamination des boues d'épuration municipales : analyse de l'effet des conditions opératoires sur le performance du procédé. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 10. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Bédard, J. H., Bleeker, W. et Leclerc, F. (2005). Archaean Greenstone Belt Architecture and Stratigraphy: are Comparisons With Ophiolites and Oceanic Plateaux Valid? Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Ben Kabbour, B. et Paniconi, C. (2005). Modélisation numérique couplée pour l'étude de la vulnérabilité d'une nappe phréatique à la surexploitation et au changement climatique : étude de cas marocain. Dans: *3e Journées Internationales des Géosciences de l'Environnement*, (El Jadida, Morocco).

Benaoudia, I. C. et St-Hilaire, A. (2005). Approche d'identification de zones de stress et de refuges pour Poïkilothermes. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 14. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Bensaid, J., Lekhlif, B., Zidane, F., Drogui, P., Blais, J.-F., Belcadi, S. et El Kacemi, K. (2005). Étude de l'élimination de la pollution organique par électrocoagulation à base d'électrodes d'aluminium et par adsorption sur une structure à base d'hydroxyde d'aluminium. Dans: *3e Journées Internationales des Géosciences de l'Environnement*, (El Jadida, Maroc).

Benyahya, L., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Bobée, B. et Ahmadi-Nedushan, B. (2005). Prediction of water temperatures based on stochastic approaches : Case study of Deschutes River (Oregon, USA). Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 15. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Bernier, M., Gauthier, Y., Mermoz, S., Gherboudj, I., El Battay, A. et Khaldoune, J. (2005). [conférencier invité]. Investigating polarimetric SAR data for cryospheric monitoring in a Canadian environment. *2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. (IGARSS '05) Proceedings*, (Séoul, République de Corée).

Bertrand, R. et Lavoie, V. (2006). Hydrocarbon source rocks and organic maturation of lower Paleozoic successions in the St. Lawrence Platform and in the external domain of the Quebec Appalachians. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Bertrand, R., Malo, M. et Lavoie, D. (2005). Thermal Maturation and Hydrocarbon Potential of Ordovician to Devonian Rocks in Northwestern New Brunswick. Dans: *American Association of Petroleum Geologists (AAPG) - Canadian Society of Petroleum Geologists (CSPG) Joint Annual Meeting*, (Calgary, Canada).

Bérubé, B., Smith, J. C. et Bergeron, N. E. (2005). Development and use of a particle image velocimetry (PIV) application for aquatic habitat mapping. Dans: *26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment. Proceedings*, (Wolfville, Canada).

Bérubé, J., Rousseau, A. N. et Mailhot, A. (2005). Approvisionnements en eau potable et changements climatiques : documentation de cas historiques et vulnérabilité face aux scénarios climatiques proposés. Dans: *Colloque HYMAP - Pôle Eaux de consommation*, (Québec, Canada). M. Rodriguez, (Ed).

Blanchette, D., Lefebvre, R., Nastev, M., Lamontagne, C., Croteau, A., Lavigne, M. A., Roy, N. et Cloutier, V. (2005). Hydrochemical assesment of groundwater in the Chateauguay river watershed, Québec, Canada. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada). pp. 8.

Bolduc, A., Paradis, S. J., Boivin, R. et Boutin, M. (2006). 2.5D surficial geology mapping: Digital cartography incorporating the best source data available. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Boucher, M., Xhardé, R. et Long, B. F. (2005). LIDAR application for coastal erosion and mapping : an example of the Chaleur Bay, Gaspésie, Québec. Dans: *26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment. Proceedings*, (Wolfville, Canada).

Boullemant, A., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2005). Matrice de fluorescence d'excitation-émission (EEM) de substances humiques en précence de ligands organiques et de cadmium. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Bourret, V., Bernatchez, L., Couture, P. et Campbell, P. G. C. (2006). Écotoxicologie des populations de perchaude (*Perca flavescens*) exposées de façon chronique à des gradients polymétalliques en milieu naturel : une approche génétique. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Brar, S. K., Verma, M., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Role of rheology in fermentation and formulation of biopesticides using wastewater and wastewater sludge as raw materials. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 19. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Campbell, P. G. C., Boily, F. et Fortin, C. (2006). Metal-algae interactions in the presence of thiosulfate (an assimilable ligand) : Cd uptake and toxicity. Dans: *16th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (La Haye, Pays-Bas).

Camporese, M., Ferraris, S., Paniconi, C., Putti, M., Salandin, P. et Teatini, P. (2005). Two dimensional hydrological simulation in elastic swelling/shrinking peat soils. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Carey, A, Galy, A., Kao, S. et Rousseau, A. N. (2005). Quantitative Studies of the Sources, Fate, and Transport of Dissolved and Suspended Materials in Streams I. Dans : *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Carey, A, Galy, A., Kao, S. et Rousseau, A. N. (2005). Quantitative Studies of the Sources, Fate, and Transport of Dissolved and Suspended Materials in Streams II Posters. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Caron, E., Lafrance, P. et Duchemin, M. (2005). Effet de bandes riveraines végétales (enherbées et enherbées+arborées) sur l'exportation d'herbicides hors de parcelles expérimentales de culture du maïs. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 20. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Caron, E., Lafrance, P. et Duchemin, M. (2005). Transport d'herbicides sous formes dissoutes et particulaire (ruissellement et drainage) à travers des bandes enherbées et enherbées+arborées. Dans: *19e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS) - Utilisons-nous nos sols adéquatement?*, (Saint-Ignace-de-Stanbridge, Canada). L. Grenon et I. Royer, (Eds).

Caux, P. Y., Jiapizian, P., Amrani, M. et Rousseau, A. N. (2005). National agrienvironmental standards initiative (NAESI) methods demonstration project. Dans: *Proceedings of the 32nd Aquatic Toxicity Workshop (ATW)*, (Waterloo, Canada).

Chappaz, A., Gobeil, C. et Tessier, A. (2005). Accumulation de molybdène d'origine anthropique dans les sédiments du Bouclier canadien. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Chenel, J.-P. et Tyagi, R. D. (2005). Production de protéases en fermenteurs par des souches bactériennes thermophiles isolées de boues d'épuration. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 22. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Chérif, R., Bernier, M., Van Bochove, E. et Stähli, M. (2005). Validation d'un instrument in situ de mesures des propriétés du couvert nival. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 23. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Chokmani, K., Bernier, M., Beaulieu, V. et Slivitzky, M. (2005). Monitoring of the Snow Cover over Quebec (Canada) using NOAA-AVHRR Data. Dans: *4th Workshop of EARSeL : SIG Remote Sensing of Land Ice and Snow. Remote Sensing of Snow and Glaciers - Important Water Resources of the Future*, (Berne, Suisse).

Chouinard, S., Drogui, P., Blais, J.-F. et Mercier, G. (2005). Valorisation des résidus de serpentine par extraction du magnésium au moyen de procédés hydrométallurgiques. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 25. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Corriveau, J., Van Bochove, E. et Bernier, M. (2005). Estimation of N2O mass content from an agricultural field in southern Québec during winter and snowmelt periods. *58th Annual Canadian Water Resources Association Annual Conference - Reflections to Our Future : A New Century of Water Stewardship*, (Banff, Canada).

Couture, P. (2005). Effets de la contamination polymétallique sur la condition de la perchaude en milieu naturel : influence biotiques et abiotiques. *Congrès Franco-Canadien de Zoologie*, (Montréal, Canada).

Couture, P., Gunn, J. M., Pyle, G. G., Kraemer, L. D. et Campbell, P. G. C. (2006). Additional stressors in metal-contaminated yellow perch : ecological and seasonal influences on morphometric and physiological condition indicators. Dans: *16th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (La Haye, Pays-Bas).

Couture, P. et Pyle, G. (2005). [Professeur invite]. Metabolic cost of chronic metal exposure in wild yellow perch. Dans: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) North America 26th Annual Meeting: Environmental Science in a Global Society: SETAC's Role in the Next 25 Years*, (Baltimore, États-Unis).

Couture, R., Gobeil, C. et Tessier, A. (2005). Flux et tendances temporelles de l'arsenic dans les sédiments du Bouclier canadien. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Crook, J., Surampalli, R. Y. et Tyagi, R. D. (2005). Water reuse criteria in the United States. Dans: *3rd International Water Association (IWA) Specialist Conference on Efficient Use and Management of Water supply*, (Santiago, Chili).

Croteau, C., Nastev, M., Lefebvre, R., Lamontagne, L., Lamontagne, C., Lavigne, M. A. et Blanchette, D. (2005). Estimation of spatial and temporal distribution of recharge to des Anglais aquifer system, Québec. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada). pp. 8.

D'Hulst, A., Beaudoin, G., Malo, M. et Constantin, M. (2006). Sainte-Marguerite bimodal felsic-mafic volcanics: Constraints on the geodynamic setting of Lower Devonian epithermal gold mineralization in the Gaspé Peninsula. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Dermont, G., Bergeron, M., Richer-Laflèche, M. et Mercier, G. (2006). Caractérisation de sols d'une friche industrielle polluée par les métaux. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Diouf, C. W., Therrien, R. et Lefebvre, R. (2006). Simulation numérique intégrée de l'écoulement de surface et souterrain et du transport de soluté dans la région de Portneuf. Dans: *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 40.

Djedidi, Z., Tyagi, R. D. et Blais, J.-F. (2005). Élaboration d'un modèle informatique de prédiction du traitement des effluents contaminés par la matière organique et les métaux lourds. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 26. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Doukouré, C., Nolin, M., Laflamme, G., Beaudin, I. et Lafrance, P. (2005). Utilisation du logiciel LandMapR à la segmentation des pédo-paysages (Bassin versant du bras d'Henri, Québec). Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 27. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Dridi, L., Mailhot, A., Parizeau, M. et Villeneuve, J.-P. (2005). A strategy for optimal replacement of water pipes integrating sturctural and hydraulic indicators based on a probabilistic pipe break model. Dans: *Proceedings of the Eighth International Conference on Computing and Control for the Water Industry (CCWI): Water management for the 21st Century*, (Exeter, Grande-Bretagne). D. Savic, G. Walters, R. King et A. T. Khu, (Eds).

Drogui, P., Beauchesne, I., Meunier, N., Blais, J.-F. et Mercier, G. (2005). Récupération électrolytique de métaux toxiques issus de lixiviats de procédés de décontamination de rejets industriels et urbains. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 28. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Drouin, M. et Tyagi, R. D. (2005). Production de protéases alcalines par *Bacillus licheniformis* en utilisant les boues d'épuration comme substrat. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 58.

Dubois, M. et Hare, L. (2005). Trophic transfer of Cd and Se along a benthic food chain. Dans: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) North America 26th Annual Meeting: Environmental Science in a Global Society: SETAC's Role in the Next 25 Years*, (Baltimore, États-Unis).

Dufour, S. C., Desrosiers, G., Sundby, B., Mucci, A., Archambault, P., Long, B. F. et Stora, G. (2006). Determination of the spatial occupation of biogenic structures in marine sediments using ct-scan. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 42.

Dumas, M. et Hare, L. (2005). Metal transfer from prey to the aquatic insect *Sialis*. Dans: *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) North America 26th Annual Meeting: Environmental Science in a Global Society: SETAC's Role in the Next 25 Years*, (Baltimore, États-Unis).

Dupuis, C., Malo, M. et Bédard, J. H. (2006). Geochemistry of igneous clasts from the Upper Ordovician Garin Formation, Gaspé Appalachians: A record of the tectonic evolution of the Dunnage oceanic tract. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

El Adlouni, S., Bobée, B. et Ouarda, T. B. M. J. (2005). Halphen distributions generators. Dans: *4th Conference on Extreme Value Analysis : Probabilistic and Statistical Models and their Applications*, (Gothenburg, Suède).

El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J., Zhang, X., et Bobée, B. (2005). Extreme event frequency analysis in a non-stationary framework, development and comparison of estimation methods. Dans: *Scientific Assembly of the International Association of Meteorology and Atmospheric Science (IAMAS) 2005 : The Fascinating Atmosphere, Changeable and Changing*, (Beijing, Chine).

El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J., Zhang, X. Roy, R. et Bobée, B. (2005). Estimation of non-stationary GEV model parameters. Dans: *4th Conference on Extreme Value Analysis : Probabilistic and Statistical Models and their Applications* , (Gothenburg, Suède). pp. 12.

Fauveau, É., Lefebvre, R., Ballard, J. M., Fortier, R. et Martel, R. (2005). Hydrogeological characterization of unconsolidated sediments with direct push and rotopercussion soundings. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada). pp. 8.

Fensome, R., Achab, A., Clague, J., Corrigan, D., Noelian, G. et Williams, G. (2006). Four billion years and counting: Canada's geological heritage.

2006 progress report on the development to produce a popular book on the geology of Canada. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada), pp. 47-48.

Fortin, C., Bolly, M., Laliberté, D. et Spear, P. (2005). La concentration hépatique de métaux, BPC, dioxines et furannes dans les ouaouarons du bassin de la rivière Yamaska. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Fortin, C. et Cooper, S. (2006). Metal accumulation in the liver and the digestive tract of north American bullfrogs in the Yamaska river watershed (Québec, Canada) : links with agricultural activities? Dans: *16th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (La Haye, Pays-Bas).

Fortin, C., François, L., Maloney, F., Campbell, P. G. C. et Martel, L. (2006). The influence of protons and calcium ions on metal uptake and toxicity in algae : more than meets the eye. Dans: *16th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (La Haye, Pays-Bas).

Fortin, J.-P., Savary, S., Dedieu, J. P., Bernier, M. et Gauthier, Y. (2005). Estimating snow cover at the sub-pixel level over the French Alps from VEGETATION images. *2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. (IGARSS '05) Proceedings*, (Séoul, République de Corée), pp. 5161-5164.

Fortin, V. et Favre, A.-C. (2006). Taking into account the rank of a member with the ensemble for probabilistic forecasting based on the best member method. Dans: *86th American Meteorological Society (AMS) Annual Meeting: 18th Conference on Probability and Statistics in the Atmospheric Sciences*, (Atlanta, États-Unis), pp. 5-2.1-5-2.6.

Gallon, C., Tessier, A., Gobeil, C. et Carignan, R. (2005). Stable Pb isotope ratios as indicators of historical atmospheric Pb sources around a Canadian smelter. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Gauthier, C., Campbell, P. G. C. et Couture, P. (2006). Are size differences in pyloric caeca of wild yellow perch (*Perca flavescens*) direct or indirect effects of living in metal contaminated environments? Dans: *16th Annual Meeting of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) Europe*, (La Haye, Pays-Bas).

Gauthier, C., Campbell, P. G. C. et Couture, P. (2005). L'exposition naturelle aux métaux et les conséquences sur l'assimilation des minéraux et sur la gestion des ressources énergétiques des perchaudes de deux gradients polymétalliques. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Gauthier, M. J., Rivard, C., Paniconi, C., Paradis, D., Larocque, M., Drage, J., Gordon, R., Hebb, D. et Michaud, Y. (2006). Étude des interactions entre l'eau souterraine et l'eau de surface aux échelles locale et régionale dans la vallée d'Annapolis, Nouvelle-Écosse . *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Gervais, F., Nadeau, L. et Malo, M. (2006). Migmatitic structures and solid-state diapirism in orthogneiss domes, eastern Grenville Province, Québec. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Gingras, M., Bégin, C., Savard, M., Marion, M. et Smirnoff, A. (2006). Reconstitution hydroclimatique des derniers siècles à l'aide des isotopes stables du carbone et de l'oxygène dans les cernes de croissance de l'épinette noire au Complexe La Grande en Jamésie. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Gratton, Y., Lanos, R. et Prieur, L. (2005). Evolution of the Water Column Properties under Landfast Ice in the Amundsen Gulf, Canadian Archipelago. Dans: *2005 International Ocean Research Conference*, (Paris, France), pp. 87-88.

Haberman, M., Martel, R., Gabriel, U., Lefebvre, R. et Trépanier, L. (2005). Study of the behaviour of shear thinning polymers during their injection in homogeneous porous media. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada).

Haberman, M., Martel, R., Gabriel, U., Lefebvre, R. et Trépanier, L. (2005). Study of the behavior of shear thinning polymers during their injection in homogeneous porous media. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada).

Hedger, R. D., Dodson, J. J., Bourque, J.-F., Bergeron, N. E. et Carbonneau, P. E. (2005). The application of remote sensing to juvenile atlantic salmon habitat modelling. Dans: *26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment. Proceedings .*, (Wolfville, Canada).

Jourdain, V., Ouarda, T. B. M. J., Gingras, H., Herrera, E., Gignac, N. et Bobée, B. (2005). Développement d'un modèle hydrologique visant l'estimation des débits d'étiage pour le Québec habité. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 42. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Khaldoune, J., Bernier, M., Van Bochove, E. et Nolin, M. C. (2005). Mapping frozen soils using SAR DATA at the watershed scales. *2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. (IGARSS '05) Proceedings*, (Séoul, République de Corée).

Konstantinovskaya, E., Harris, L. B., Poulin, J. et Ivanov, G. (2006). Formation of Structures at High Angles to Orogenic Fronts in Fold and Thrust Belts Due to The Influence of Basement Discontinuities: Implications from Physical Modelling. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 79.

Kraemer, L. D., Campbell, P. G. C. et Hare, L. (2005). Development of a field-based kinetic model for Cd bioaccumulation in indigenous yellow perch (*Perca flavescens*). *Proceedings of the 32nd Aquatic Toxicity Workshop (ATW)*, (Waterloo, Canada).

Lahmira, B., Lefebvre, R. et Hockley, D. (2005). Numerical simulation of physical processes related to heap leaching with upward air injection. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada).

Lapointe, D. et Couture, P. (2005). Metal accumulation in the top consumers or an aquatic food chain. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Larocque, I. (2006). Climate reconstructions using subfossil chironomids (non-biting midges) and cladocera in a north-south gradient. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 84.

Laurion, I. et Breton, J. (2005). Diverse biooptical characteristics of subarctic thermokarst ponds : their influence on carbon cycling. Dans: *American Society of Limnology and Oceanography (ASLO) Summer Meeting: A Pilgrimage Through Global Aquatic Sciences*, (Santiago de Compostela, Espagne). Waco, États-Unis, American Society of Limnology and Oceanography.

Lavigne, M. A., Nastev, M., Lefebvre, R., Blanchette, A., Croteau, A., Benoît, N. et Lamontagne, C. (2005). Hydraulic properties of sedimentary rock aquifers in the Chateauguay river watershed, Québec, Canada. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada). pp. 8.

Leclerc, F., Harris, L. B., Bédard J.H. et Goulet, N. (2006). New insights into the magmatic and structural history of the cummings layered sill complex and the lavas of the Roy group, Chibougamau, Quebec . Dans: *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 85.

Leclerc, F., Harris, L. B., Bédard, J. H. et Goulet, N. (2006). Stop 6 : cross-section of the cummings complex, Gilman and Blondeau formations (2nd volcanic cycle of the Roy group). Dans: *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Lewis, J., Martel, R., Trépanier, L., Thiboutot, S. et Ampleman, G. (2005). Transport of Residues from Cracked Unexploded Ordnance Through the Vadose Zone During Springtime Aquifer Recharge. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada).

Mailhot, A., Coulibaly, H. D. et Villeneuve, J. P. (2005). Upgrading small drinking water utilities in remote regions of the province of Quebec (Canada). Dans: *American Water Works Association (AWWA) Water Quality Technology Conference and Exposition*, (Québec, Canada).

Mailhot, A., Rousseau, A. N., Talbot, G. et Quilbé, R. (2005). Sediment load estimation using statistical distributions with streamflow dependent parameters . Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Malo, M., Dubé, B., Garnier, V. et Chagnon, A. (2005). Carlin-like gold mineralization in the Gaspé peninsula, Canadian Appalachians. Dans: *Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge.Proceedings of the Eighth Biennial SGA Meeting, Beijing, China, 18 - 21 August 2005*, (Beijing, Chine). J. Mao et P. F. Bierlein, (Eds). Heidelberg, Springer.

Maloney, F., Martel, L., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2005). Influence de paramètres physico-chimiques (dureté, pH et présence d'un agent chélateur, l'EDTA) sur la réponse toxique au cadmium de l'algue verte d'eau douce *Pseudokirchneriella subcapitata*. Dans: *9e colloque annuel du Chapitre Saint-Laurent - Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) - Society for Risk Analysis (SRA)*, (Montréal, Canada).

Martini, A., Dedieu, J.-P., Ferro-Famil, L., Niang, M., Durand, Y., Paquet, E., Bernier, M. et Pottier, E. (2005). Snow Extent Mapping in Alpine Areas using Different SAR Polarimetric Configurations. Dans: *4th Workshop of EARSeL : SIG Remote Sensing of Land Ice and Snow. Remote Sensing of Snow and Glaciers - Important Water Resources of the Future*, (Berne, Suisse).

McMartin, I., Dredge, L. A., Dyke, A. S., Hardy, F., Hodgson, D. A., Kerr, D. E., Little, E. C., Ozyer, C. A., Tremblay, T. et Utting, D. J. (2006). Surficial geology north of 60°: An update of map compilations for the Slave and Western Churchill provinces. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Mehdi, B., Bourque, A., St-Hilaire, A. et Roy, R (2005). Moving Forward with Adaptation to Climate Change in the Water Resources Sector: Synthesis of Presentations from the 57th Annual CWRA Conference. Dans: *58th Annual Canadian Water Resources Association Annual Conference - Reflections to Our Future : A New Century of Water Stewardship*, (Banff, Canada).

Mouton, J., Mercier, G. et Blais, J. F. (2005). Traitement physico-chimique de sols contaminés de manière mixte : HAP et métaux. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 51. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Nadeau, L., Madore, L., Perreault, S., Brouillette, P. et Parsons, S. (2006). New 1:250 000 scale geological maps with a lithostratographic lexicon for the eastern Grenville province of Quebec. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 108.

Nantel, E., Mailhot, A. et Rousseau, A. N. (2005). Élaboration d'une méthode d'estimation des vulnérabilités historiques des approvisionnements en eau potable au Québec. Dans: *Atelier sur les ressources en eau: Analyse et cartographie des débits extrêmes pour le Québec habité. Association Canadienne des ressources en eau (ACRH)*, (Québec, Canada).

Nantel, E., Mailhot, A. et Rousseau, A. N. (2005). Élaboration d'une méthode d'estimation des vulnérabilités historiques des approvisionnements en eau potable au Québec. Dans: *Colloque HYMAP - Pôle Eaux de consommation*, (Québec, Canada). M. Rodriguez, (Ed).

Nantel, E., Mailhot, A., Rousseau, A. N. et Villeneuve, J.-P. (2005). A methodology of assess historical and current municipal water supply vulnerabilities : an application to Quebec municipalities. Dans: *Proceedings of the Eighth International Conference on Computing and Control for the Water Industry (CCWI): Water management for the 21st Century*, (Exeter, Grande-Bretagne). D. Savic, G. Walters, R. King et A. T. Khu, (Eds.).

Nastev, M., Lamontagne, C., Morin, R., Williams, J., Lavigne, M. P., Croteau, A., Tremblay, T., Godin, R., Dagenais, M. et Rouleau, A. (2005). Hydrogeology of a Transboundary Sandstone Aquifer, Quebec - New York. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Nault, K., Long, B. F. et Kirkwood, D. (2005). 3D geological modeling applied to coastal erosion of cliffs between Cap Blanc and Cap d'Espoir. Dans: *26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment. Proceedings*, (Wolfville, Canada).

Nolin, M. C., Quenum, M., Cambouris, A. N., Martin, A. et Cluis, D. (2005). Rugosité de la surface du sol - description et interprétation. Dans: *19e Congrès de l'Association québécoise des spécialistes en sciences du sol (AQSSS) - Utilisons-nous nos sols adéquatement?*, (Saint-Ignace-de-Stanbridge, Canada). L. Grenon et I. Royer, (Eds).

Ortega, L. M., Lebrun, R., Blais, J.-F. et Hausler, R. (2005). Treatment of an acidic soil leachate by nanofiltration membranes. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 54. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Ouarda, T. B. M. J. (2005). [Conférencier invité]. Analyse fréquentielle nonstationnaire, implications pour la conception et la gestion des ouvrages. Dans: *Séminaires Impacts et Adaptation d'Ouranos*, (Montréal, Canada).

Ouarda, T. B. M. J. (2005). [Professeur invite]. Stastistical models. Dans: *Hydrology for the Orographically Challenged. A Workshop on Predictions in Ungauged Basins (PUB) in Mountainous Regions*, (Manning Park, Canada).

Ouellon, T., Lefebvre, R., Marcotte, D., Blais, V. et Parent, M. (2005). 3D mapping of hydraulic conductivity using geological facies in the Valcartier aquifer system, Québec. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada). pp. 8.

Pagé, P., Bédard, J. H. et Tremblay, A. (2006). The mantle of a fore-arc ophiolite: Petrological and mineralogical constraints from the Thetford Mines complex, Québec. Dans: *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Paniconi, C. et Putti, M. (2006). Atmosphere and soil controls for a coupled model of groundwater - surface water interactions. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Paniconi, C. et Putti, M. (2005). Atmospheric controls and soil moisture inputs for a coupled model of surface-subsurface interactions. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Parent, M., Anderson, T. W., Karrow, P. F., Lewis, C. F. M., Mott, R. J., Occhietti, S., Richard, P. J. H., Rodrigues, C. G., Ross, M. et Stea R. (2006). Glacial lake outflow via the St. Lawrence pathway prior to the Champlain sea incursion and the younger dryas event. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada). pp. 115.

Quilbé, R., Rousseau, A. N., Lafrance, P., Leclerc, J. et Amrani, M. (2005). Analyse comparative multicritère de modèles de transport de pesticides à l'échelle du bassin versant. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 56. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Racine, C., Leclerc, M., Lefebvre, R., Paniconi, C. et Pinard, D. (2005). Analyse numérique d'un concept de prise d'eau sous-fluviale horizontale. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada).

Rivard, C., Michaud, Y., Liao, S., Bolduc, A., Paradis, S., Parads, D., Castonguay, S., Deblonde, C., Hamblin, T., Drage, J., Paniconi, C., Webster, T. et Spooner, I. (2005). Characterization of the Annapolis valley aquifers, Nova Scotia - a work in progress. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada).

Riverin, M. N., Lefebvre, R., Bolduc, A., Paradis, S. et Paradis, D. (2005). Characterization and modeling of flow dynamics in the Saint-Mathieu/Berry esker, Abitibi, Québec. Dans: *Proceedings of the 58th Annual Canadian Geotechnical Conference and 6th Joint IAH-CNC-CGS Groundwater Speciality Conferences [CD-ROM]*, (Saskatoon, Canada). pp. 8.

Ross, M. et Parent, M. (2006). The late Quaternary stratigraphic record northwest of Montreal : Regional ice sheet dynamics, ice stream activity and early deglacial events. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Ross, M., Parent, M. et Cloutier, V. (2006). Stratigraphic architecture and hydrogeologic role of quaternary sediments in the lower Laurentians. Dans: *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Rousseau, A. N., Luyet, V, Schlaepfer, R., Villeneuve, J.-P. et Bédard, A. (2005). A Preliminary Assessment of the Implementation of Integrated Watershed Management in Quebec. Dans: *58th Annual Canadian Water Resources Association Annual Conference - Reflections to Our Future : A New Century of Water Stewardship*, (Banff, Canada).

Rousseau, A. N. et Quilbé, R. (2005). Selecting a calculation method to estimate sediment and nutrient loads in streams : application to the Beaurivage river (Québec, Canada). Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Seidou, O., Fortin, V., St-Hilaire, A., Favre, A. C., El Adlouni, S. et Bobée, B. (2005). Estimating the Snow Water Equivalent on the Gatineau Catchment Using Hierarchical Bayesian Modelling. Dans: *62nd Eastern Snow Conference*, (Waterloo, Canada).

Séjourné, S., Rheault, M. et Malo, M. (2006). Integration of remotely sensed, seismic and geological data for exploration of natural gas in the St. Lawrence Lowlands and the Champlain Valley (New York, Vermont and Quebec). *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Sharma, S., Dix, G. R., Achab, A., Coniglio, M., Nowlan, G. et Riva, J. (2005). Records of Punctuated Tectonism in Platform-Interior Graben Systems (Ontario, Canada) Far-Flung from Contemporaneous Taconic Orogenesis in the Northern Appalachians. Dans: *American Association of Petroleum Geologists (AAPG) - Canadian Society of Petroleum Geologists (CSPG) Joint Annual Meeting*, (Calgary, Canada).

Smith, J. C., Bérubé, F. et Bergeron, N. E. (2005). A field application of particle image velocimetry (PIV) for the measurement of surface flow velocities in auatic habitat studies. Dans: *26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment. Proceedings*, (Wolfville, Canada).

St-Hilaire, A., Courtenay, S. C., Diaz-Delgado, C., Pavey, B., Boghen, A. D., Ouarda, T. B. M. J. et Bobée, B. (2005). Analysis and Modelling of suspended sediment concentrations downstream of a harvested peat bog. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 62. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Stähli, M., Gustafsson, D., Stacheder, M., Bernier, M., Niang, M., Chokmani, K., Savary, S., Van Bochove, E., Sommer, W. et Völksch, I. (2005). Test of new in-situ snow sensor for validation of remote sensing images. Dans: *4th Workshop of EARSeL : SIG Remote Sensing of Land Ice and Snow. Remote Sensing of Snow and Glaciers - Important Water Resources of the Future*, (Berne, Suisse).

Stoner, J. S., Francus, P., Bradley, R. S., Patridge, W., Abbott, M. A., Retelle, M. J., Lamoureux, S. et Channell, J. E. (2005). Abrupt Shifts in the Position of the North Magnetic Pole From Arctic lake Sediments: Relationship to Archeomagnetic Jerks. Dans: *American Geophysical Union (AGU) 2005 Fall Meeting*, (San Francisco, États-Unis).

Surampalli, R. Y., Banerji, S. K. et Tyagi, R. D. (2006). Integrated advanced natural wastewater treatment system for a small community. Dans: *7th Specialised Conference on Small Water and Wastewater Systems*, (Mexico, Mexique).

Surampalli, R. Y., Crook, J. et Tyagi, R. D. (2005). Regulations and standards for treatment of water and wastewater, and waste reuse and reclamation. Dans: *1st International Water Association -Asia Pacific Regional Group (IWA-ASPIRE) Conference and Exhibition*, (Singapour).

Surampalli, R. Y. et Tyagi, R. D. (2005). Land use and it's impact on watershed management. Dans: *Second Annual Taipei International Healthy Cities Conference 2005*, (Taipei, Taïwan).

Tankam, N. T., Akono, A., Tonyé, E., Kouamé, K. F., Affian, K., Biémi, J. et Bernier, M. (2005). Caractérisation des discontinuités-images sur une image RSO d'ERS 2 par l'approche de vecteur de texture : application à la région semi-montagneuse de la Côte d'Ivoire . *Proceedings of The First International Conference on Signal Image Technology and Internet based Systems (SITIS'05)*, (Yaoundé, Cameroun).

Tremblay, A., Pagé, P., Bédard, J. H. et Meshi, A. (2006). Oceanic core complexes and ancient oceanic lithosphere : Insights from Albanian and southern Quebec ophiolites. Dans: *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Tremblay, J., Blais, J.-F., Mercier, G. et Drogui, P. (2005). Stockage et stabilité à long terme des boues d'épuration municipales de Valcartier décontaminées et stabilisées par voie chimique ou biologique. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 64. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Tremblay-Paquet, É., Malo, M. et Verges, J. (2006). Detachment folding and synorogenic sedimentation in a Tertiary foreland basin: The Vilanova Anticline in the northeastern Ebro Basin, South Pyrenees. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Tremblay, T., Lamothe, M., Ross, M. et Parent, M. (2006). 3D hydrostratigraphic modeling using relative thickness calculation method, an example from the Châteauguay River drainage basin area, Quebec. *GAC/MAC Annual Meeting*, (Montréal, Canada).

Van Bochove, E., Dechmi, F., Theriault, G., Leclerc, M., Goussard, N., Rousseau, A. N. et Quilbé, R. (2005). Risk of water contamination by phosphorus in Québec and calculation development for Canada. Dans: *58th Canadian Water Resources Association Annual Conference - Reflections to our Future : A New Century of Water Stewardship*, (Banff, Canada).

Verma, M., Brar, S. K., Tyagi, R. D., Valéro, J. R. et Surampalli, R. Y. (2005). Enhanced Conidiation of Biocontrol Fungi-*Trichoderma* spp. in Wastewater and Wastewater Sludge. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 67. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Vu, D. K., Bala Subramanian, S., Brar, S. K., Sivichai, S. et Tyagi, R. D. (2005). Collection, Isolation and Identification of Insect-pathogenic fungi from forests for biopesticides production. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 68. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Xhardé, R., Boucher, M. et Long, B. F. (2005). Laser radar technique (LIDAR) applied to geohazards detection and monitoring in the Baie des Chaleurs, Québec. Dans: *26th Canadian Symposium on Remote Sensing: Managing resources and monitoring the environment. Proceedings*, (Wolfville, Canada).

Yan, S., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2005). Plyhydroxyalkanoates (PHA) production using wastewater as carbon source and activated sludge as microorganisms. Dans: *1st International Water Association-Asia Pacific Regional Group (IWA-ASPIRE) Conference and Exhibition*, (Singapour). pp. 11C-3.

Zheng, X. J., Blais, J.-F., Mercier, G. et Bergeron, M. (2005). Analysis and treatment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sewage sludge. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 71. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Zidane, F., Bensaid, J., Drogui, P., Blais, J.-F., Lekhlif, B., Belcadi, S. et El Kacemi, K. (2005). Enlèvement par électrocoagulation de divers polluants organiques et colorants synthétiques présents dans des solutions contaminées (essais sur des structures adsorbantes préparées à base d'hydroxyde d'aluminium). Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 73. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Zidane, F., Berrera, B., Blais, J.-F. et Lekhlif, B. (2005). Performances d'un biofiltre à garnissage plastique pour le traitement d'effluents fortement contaminés en phénol, cadmium et chrome. Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 72. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Zidane, H., Orbi, F., Zidane, F., Mouradi, A. et Martel, J. F. (2005). Contribution à une étude de biodiversité des mollusques d'un écosystème littoral (cas de la baie de dakhla sud du Maroc). Dans: *21e Congrès régional de l'Est du Canada de l'Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE)*, (Québec, Canada). pp. 49. Burlington, Canada, Association Canadienne sur la Qualité de l'Eau (ACQE).

Communications ou publications sans arbitrage

Ampleman, G., Thiboutot, S. et Martel, R. (2005). CFB Gagetown live fire training ranges characterization. Dans: *Conférence présentée à CFB Gagetown chief of staff*, (Fredericton, Canada).

April, A., Gratton, Y. et Barber, D. (2006). Formation et fonte de la glace de mer de la polynie NOW. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Asselin, M. (2006). Application de l'électrocoagulation dans le traitement des eaux usées industrielles. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Beaulieu, C., Ouarda, T. B. M. J., Seidou, O., Boulet, G. et Yagouti, A. (2006). Homogénéisation des séries de précipitations : comparaison des méthodes et recommandations. Dans: *26e Colloque annuel du Centre d'études nordiques*, (Québec, Canada).

Bergeron, N., Carbonneau, P., Bérubé, F., Lane, S. N. et Smith, J. (2006). Nouveaux outils géomatiques pour la caractérisation de l'habitat du poisson en rivière. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada). Bergeron, N. E. (2006). [conférencier invité]. Nouveaux outils pour la caractérisation de l'habitat fluvial et le suivi télémétrique des poissons. Dans: *Déjeuner-recherche du Centre de développement de la géomatique*, (Québec, Canada).

Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Smith, J. C. (2005). A field application of particle image velocimetry (PIV) for the measurement of surface flow velocity fields in streams. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Bernier, J., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2006). Evolution of the intracellular distribution of Cd, Ni and Tl in chemostat cultured phytoplankton. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Bernier, M., Gauthier, Y., Gherboudj, I. et Mermoz, S. (2005). Investigating polarimetric SAR DATA for river ice monitoring. Dans: *6th atelier ASAR workshop 2005: Advanced SAR Workshop 2005*, (St-Hubert. Canada).

Boisclair, D. et Bergeron, N. E. (2005). Multiscale assessment of the determinants of early-winter habitat selection by parrs of Altlantic salmon (*Salmo salar*). Dans: *Fisheries Society of the British Isles Annual International Conference*, (Bangor, Grande-Bretagne).

Bolduc, A., Paradis, S. J., Riverin, M. N., Lefebvre, R. et Michaud, Y. (2005). A 3D esker geomodel for groundwater research : the case of the Sait-Mathieu-Berry asker, Abitibi, Québec, Canada. *4th Workshop on Three Dimensional Geological Mapping for Groundwater Applications* (Salt Lake City, États-Unis). H. Russell, R. C. Berg et L. H. Thorleifson, (Eds).

Bolduc, A., Paradis, S. J., Riverin, M. N., Lefebvre, R. et Michaud, Y. (2005). Development of a 3D geomodel for eskers: the case of the Saint-Mathieu - Berry Esker, Abitibi. Dans: *Annual Meeting and Exposition of the Geological Society of America. Abstracts with Programs*, (Salt Lake City, États-Unis).

Boucher, M., Xhardé, R. et Long, B. F. (2005). LIDAR application for coastal erosion and mapping: an example of the northwest of the Gulf of Saint-Lawrence, Chaleur Bay, Québec. Dans: *12th Canadian Coastal Conference*, (Dartmouth, Canada). pp. 18.

Boussicault, B., Richer-LaFlèche, M., Guérin, R. et Bélanger, S. (2006). Caractérisation et étude géophysique d'une digue de rétention d'eau, parc résidus miniers Solbec, Stratford (Qc). Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Breton, J. et Laurion I. (2005). Carbon cycling in thermokasrt ponds : Comparison between arctic and subarctic ponds. Dans: *ArcticNet Annual Scientific Meeting / Réunion scientifique annuelle*, (Banff, Canada). pp. 72.

Breton, J., Laurion, I. et Vincent, W. F. (2006). Dégradation de la matière organique dissoute par les processus microbiens et photochimiques dans les mares de thermokarst. Dans: *Symposium du GRIL*, (Québec, Canada).

Buffin-Bélanger, T., Lelièvre, M. A. et Bergeron, N. E. (2005). Substrate mobility and the spatio-temporal variabily of fish habitat during floods. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Caplanne, S. et Laurion, I. (2006). Influence de la matière organique dissoute sur la stratification épilimnétique lacustre. Dans: *Symposium du GRIL*, (Québec, Canada).

Carbonneau, P., Bergeron, N. E. et Lane, S. N. (2005). Remote sensing and GIS innovations applied to basin scale grain size sampling and management. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Caron. E., Lafrance, P., Auclair, J.-C. et Duchemin, M. (2006). Étude de la capacité de dispositifs tampon végétalisés à réduire le transfert d'herbicides par ruissellement et drainage. Dans: *36e congrès du Groupe français des pesticides : Produits phytosanitaires; Faire le point avant 2015*, (Strasbourg, France).

Caron. E., Lafrance, P., Auclair, J.-C. et Duchemin, M. (2006). Contrôle des pertes d'herbicides adsorbés aux sédiments érodés en présence de bandes enherbées et enherbées+arborées. Dans: *36e congrès du Groupe français des pesticides : Produits phytosanitaires; Faire le point avant 2015*, (Strasbourg, France).

Cecchi, E., Mercier, G. et Bergeron, M. (2006). Revalorisation des résidus d'extraction d'amiante blanche de la Mine National, Thetford Mines (Qc). Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Cooper, S. et Campbell, P. G. C. (2006). L'importance relative de l'eau et de la nourriture dans l'accumulation du cadmium chez le bivalve d'eau douce *Pyganodon grandis*. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Cooper, S. et Fortin, C. (2005). Accumulation de métaux et synthèse de métallothionéine chez les ouaouarons du bassin versant de la rivière Yamaska. Dans: *Colloque annuel du TOXEN*, (Montréal, Canada).

Cooper, S., Hare, L. et Campbell, P. G. C. (2005). Accumulation of waterborne and diet-borne cadmium by the bivalve *Pygandon grandis*. Dans: *Conférence inter-universitaire sur la recherche en Sciences environnementales*, (Gananoque, Canada).

Cottin, A et Long, B. F. (2005). The FUDOTERAM project: A SHOALS application in the Gulf of St-Lawrence. Dans: *12th Canadian Coastal Conference*, (Dartmouth, Canada).

Cottin, A., Long, B. F., Hughes-Clarke, J. et Tao, V. (2005). SHOALS double laser beam intensity calibration and sediment determination in Chaleur Bay, Gulf of St-Lawrence. Dans: *12th Canadian Coastal Conference*, (Dartmouth, Canada).

Cottin, A., Long, B. F., Hughes-Clarke, J., Tao, V. et Forbes, D. (2005). SHOALS double laser beam intensity calibration sediment determination in the gulf of St.Lawrence. Dans: *7e Conférence scientifique annuelle du Réseau GEOIDE*, (Québec, Canada).

Couture, P. (2005). Effets de la contamination polymétallique sur la condition de la perchaude en milieu naturel : influences biotiques et abiotiques. Dans: *Conférence midi du département de biologie*, (Rimouski, Canada).

Cremer, J.-F. et Francus, P. (2006). Micro-XRF facilities at INRS. Dans: Varve Meeting, University of Arizona, (Tucson, États-Unis).

Cuven, S. et Francus, P. (2006). The use of ITRAX™ Core Scanner for paleo-climatology applications : case of lacustrine sediment from Cape Bounty, Melville Island, Nunavut, Canada. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

D'Hulst, A., Beaudoin, G., Constantin, M. et Malo, M. (2006). Sainte Marguerite bimodal felsic-mafic volcanics : Constraints on the geodynamic setting of Lower Devonian epithermal gold mineralization in the Gaspé Peninsula. Dans: *Journée des*

sciences de la terre 2006, (Québec, Canada).

D'Hust, A., Beaudoin, G. et Malo, M. (2005). Minéralisation épithermales dans la ceinture de Gaspé, Québec, Canada : gîtes du dôme de Lemieux (Pb-Zn-Ag) et de Sainte-Marguerite (Au-Ag). Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

De Melo-Roy, O., Seidou, O. et Ouarda, T. B. M. J. (2006). Développement d'un outil opérationnel de modélisation de la glace de cours d'eau au Québec. Dans: *26e Colloque annuel du Centre d'études nordiques*, (Québec, Canada).

Dissanska, M. (2006). Étude de l'évolution de la structure spatiale des tourbières du Complexe La Grande depuis cinquante ans à l'aide d'images satellitaires et de photos aériennes. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Dubois, M. et Hare, L. (2006). Trophic transfer of Cd and Se along a benthic invertebrates food chain. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Duchesne, M., Pinet, N., Long, B. F., Campbell, C., Hayward, S., Côté, R., Poliquin, L., Bolduc, A. et Lavoie, D. (2005). Intégration des données multifaisceaux et des données de sismique-réflexion pour l'interprétation de la géologie de l'estuaire du Saint-Laurent. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Dumas, J. et Hare, L. (2006). Thallium And Nickel Transfer From Prey To The Aquatic Insect *Sialis*. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Dumont, D., Lanos, R. et Tremblay, B. (2005). Freshwater pathways of river runoff in the Arctic. Dans: *ArcticNet Annual Scientific Meeting / Réunion scientifique annuelle*, (Banff, Canada). pp. 50.

Dumont, D., Lanos, R. et Tremblay, B. (2006). Freshwater pathways of river runoff in the Arctic. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Evora, N., Perreault, L., Favre, A. C., Fortin, V. et Massé, H. (2005). Experimenting calibration methods on Canadian meteorological ensemble forecasts for uncertainty assessment of Hydro-Quebec streamflow predictions. Dans: *Hydrologic Ensemble Prediction Experiment (HEPEX) International Workshop on Hydrometeorological and Hydrologic Ensemble Prediction*, (Boulder, États-Unis).

Favre, A.-C. (2006). [conférencière invitée]. La prévision hydrologique : buts et principes. Exemples de prévision par chaînes de Markov cachées et à l'aide des prévisions météorologiques d'ensemble. Dans: *Colloque panquébécois 2006 de l'Institut des sciences mathématiques (ISM)*, (Québec, Canada).

Fortin, J. P., Moussa, R., Turcotte, R., Rousseau, A. N. et Villeneuve, J. P. (2006). The HYDROTEL distributed hydrological model : a simulation and forecasting model making good use of GIS and RS data. [affiche]. Dans: *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, (Vienne, Autriche).

Francus, P. (2005). Characterization of sedimentary particles at the microscopic scale using image analysis techniques. Dans: *Séminaire présenté au Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG)*, (Zurich, Suisse).

Francus, P. (2005). Paleolimnology of Arctic lakes. Dans: *Séminaire présenté au Département de Biologie de l'Universiteit Antwerpen*, (Antwerpen, Belgique).

Francus, P. et Cremer, J. F. (2006). Varve microfacies and textural quantification using image analysis and Micro-XRF analyses at Lake Van. Dans: *International Continental Scientific Drilling Program Lake Van Drilling Project Turkey - PaleoVan International workshop*, (Van, Turquie).

Francus, P. et Nobert, P. (2006). [conférencier invité]. Development of a computer based system for image analysis of varves. Dans: *Varve Meeting, University of Arizona*, (Tucson, États-Unis).

Gachon, P., Ouarda, T. B. M. J., St-Hilaire, A., Nguyen, V. T. V., Lin, C. et Vigeant, G. (2006). Variabilité, extrêmes et changements climatiques au Québec : de l'observation à la modélisation. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Garnier, V., Malo, M., Dubé, B., Chagnon, A. et Beaudoin, G. (2005). [conférencier invité]. Évidences géologiques et géochimiques pour une minéralisation de type Carlin en Gaspésie. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Gauthier, C. et Couture, P. (2006). Effets des métaux sur la condition, la croissance et les caeca pyloriques des perchaudes sauvages . Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Gilbert, D., Sundby, B., Gobeil, C., Mucci, A. et Tremblay, G. H. (2006). Linking northwest Atlantic physical oceanographic processes to the oxygen regime of the St.Lawrence estuary. [affiche]. Dans: *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, (Vienne, Autriche).

Gobeil, C. (2005). [conférencier invité]. Current research activities on trace elements and isotopes in the Canadian environment. Dans: *Geotraces Workshop*, (Vancouver, Canada).

Gobeil, C. (2005). [conférencier invité]. Enregistrements sédimentaires, mobilité diagénétique et sources des métaux traces dans les lacs du Bouclier canadien. Dans: *Conférence présentée à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR)*, (Rimouski, Canada).

Gobeil, C. (2005). [conférencier invité]. Géochimie des sédiments de l'océan Arctique. Dans: *Conférence présentée au Laboratoire de géochimie des eaux, Université Paris 7*, (Paris, France).

Gobeil, C. (2005). [conférencier invité]. Géochimie des sédiments de l'océan Arctique. Dans: *Conférence présentée à IFREMER*, (Nantes, France).

Granskog, M., Mundy, C. J., Rail, M. E., Macdonald, R., Gratton, Y. et Barber, D. G. (2005). Hydrography of the eastern and southern Hudson Bay - Preliminary results form the ArcticNet 0502 cruise in Sep-Oct 2005. Dans: *ArcticNet Annual Scientific Meeting / Réunion scientifique annuelle*, (Banff, Canada). pp. 80.

Grenier, M., Campeau, S. et Rousseau, A. N. (2006). Establishing diatom reference communities for Québec streams (Canada) based on classification trees. Dans: *North American Benthological Society (NABS) 54th Annual Meeting*, (Anchorage, Alaska).

Grenier, M., Campeau, S. et Rousseau, A. N. (2006). Identification des communautés de diatomées benthiques de référence et des objectifs de restauration des rivières du Québec à l'aide des arbres de classification. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Hare, L., Couture, P., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2006). Metal transfer along aquatic food chains. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Hedger, R., Dodson, J. J., Bergeron, N. E. et Caron, F. (2005). Spatio-temporal distributions of juvenile Atlantic salmon in the river Trinité (Québec) : the interaction between habitat heterogeneity and population abundance. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Johnston, P., Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Dodson, J. J. (2005). Assessing the influence of habitat structure on Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) movements and survival using passive integrated transponder (PIT) technology. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Johnston, P., Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Dodson, J. J. (2006). Influence de la structure de l'habitat sur les mouvements des saumons atlantique juvéniles (*salmo salar*). Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Johnston, P., Bergeron, N. E., Bérubé, F. et Dodson, J. J. (2006). Influence de la structure de l'habitat sur les mouvements des saumons atlantique juvéniles (*salmo salar*). Dans: *9e colloque du Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)*, (Québec, Canada). pp. 24.

Jourdain, V. et Ouarda, T. B. M. J. (2006). Modélisation régionale de type débit-durée-fréquence (QdF) des événements de crues printanières dans un cadre de changements climatiques. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Kanamaru, K., Francus, P. et Bradley, R. (2006). The behavior of major and minor metals using a high resolution XRF scanner on laminated holocene sediment in Saanich Inlet, British Columbia : Mn and Ca spikes. Dans: *Geological Society of America (GSA) Northeastern Section 41e Annual Meeting*, (Camp Hill/Harrisburg, États-Unis).

Khaliq, N., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Gachon, P. et Benyalya, L. (2005). Synthèse des analyses statistiques des canicules et des redoux hivernaux dans le sud du Québec. Dans: *Journée du groupe Analyse du climat Présentation des projets et des résultats du groupe, Consortium OURANOS*, (Montréal, Canada).

Konstantinovskaya, E. (2005). Modélisation analogique en recherche tectonique : les approches en échelle de la croûte et de la lithosphère. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Konstantinovskaya, E. et Malavieille, J. (2006). L'impact de l'érosion sur la dynamique, la structure intérieure et l'exhumation dans les prismes d'accrétion : implications en modélisation analogique. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Lamoureux, S., Cockburn, J., Stewart, K., McDonald, D., Treitz, P., Atkinson, D., Wal, J., Lafrenière , M., McLeod, B., Francus, P., Cuven, S., Simpson, M., Otto, A. et Austin, J. (2005). High Arctic integrated landscape and ecological processes at Cape Bounty, Melville Island, Nunavut. Dans: *ArcticNet Annual Scientific Meeting / Réunion scientifique annuelle*, (Banff, Canada). pp. 70.

Lapointe D. et Couture, P. (2006). Water and dietary exposure of fathead minnows (*Pimephales promelas*) to nickel, thallium and cadmium: a foretaste. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Lapointe, M., Boisclair, D., Bergeron, N. E., Davey, C., Carbonneau, P. et Bouchard, J. (2005). The sedimentary link concept : using geomatics data bases and terrain analysis to define key valley-scale landscape structures that determine salmonid habitat. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Larouche, F. (2006). Extraction des minéraux du groupe du platine dans la chromite par la flottation sélective. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Laurion, I. (2005). Les changements climatiques globaux, les changements dans l'Arctique et les stratégies de réduction. Dans: *Conférence présentée à l'École secondaire Rochebelle*, (Québec, Canada).

Laurion, I. (2006). [conférencière invitée]. Le cycle du carbone dans les mares de thermokarst. (Montréal, Canada).

Lavigne, M.-P. et Rousseau, A. N. (2006). Utilisation du modèle hydrologique semi-distribué HYDROTEL pour simuler l'impact des coupes forestières sur l'écoulement d'un petit bassin versant forestier de 9 km^2. Dans: *74^e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Lavigne, M.-P. et Rousseau, A. N. (2006). Utilisation du modèle hydrologique semi-distribué HYDROTEL pour simuler l'impact des coupes forestières sur l'écoulement à l'exutoire d'un petit bassin versant forestier de 9 km^2. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Lavoie, M., Fortin, C. et Campbell, P. G. C. (2006). Metal speciation within algal cells : efficiency of diffrent cell homogenisation methods and measurements of thiols in three phytoplanktonic species. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Leclerc, F., Bédard, J., Goulet, N., Harris, L. B. et Houle, P. (2005). Nouvelles perspectives stratigraphiques pour le Groupe de Roy, Chibougamau : implication pour l'exploration. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Leclerc, F., Harris, L. B., Bédard, J. H. et Goulet, N. (2006). Nouvelles perspectives dans l'évolution magmatique et structurale des filons-couches du complexe de cummings et des laves du groupe de Roy, Chibougamau, Québec. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Leclerc, M. (2005). Introduction to ecohydraulics. Dans: *Conférence présentée au Department of Civil Engineering, University of Seoul*, (Séoul, Corée du sud).

Lefebvre, R. (2006). [conférencier invité]. Application des essais par enfoncement et par rotopercussion à la caractérisation hydrogéologique. Dans: *Salon des technologies environnementales du Québec, Réseau environnement*, (Québec, Canada).

Lelièvre, M. A., Buffin-Bélanger, T. B. et Bergeron, N. E. (2006). La variabilité spatio-temporelle de la mobilité de substrat en période de crue dans trois rivières graveleuses en Gaspésie. Dans: *9^e colloque du Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)*, (Québec, Canada). pp. 25.

Lewis, T., Francus, P. et Bradley, R. (2006). The limnological and sedimentological erffects of a jökullhlaup draining into a meromictic Canadian High Arctic lake. Dans: *Geological Society of America (GSA) Northeastern Section 41st Annual Meeting*, (Camp Hill/Harrisburg, États-Unis).

Lewis, T., Francus, P. et Bradley, R. (2006). Limnology, sedimentology, and hydrology of a jökullhlaup into a meromictic High Arctic lake. Dans: *36th International Arctic Workshop*, (Boulder, États-Unis).

Long, B. F. (2006). Canadian airborne laboratory to monitor the shoreline (LACCAL) using SHOALS (Scanning Hydrographic Operational Airborne LIDAR Survey). Dans: *Centre for Coastal Processes, Engineering and Management (CCPEM) European Shallow Water Mapping Meeting*, (Southampton, Grande-Bretagne).

Long, B. F. et Duchesne, M. J. (2006). The Quaternary Deltaic Series of the St. Lawrence Estuary (Canada): An Analog for the Paleozoic Glacial Reservoir Deposits. Dans: *American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Convention: Perfecting the Search / Delivering on Promises*, (Houston, États-Unis).

Long, B. F. et Montreuil, S. (2006). Ripple Movement study under stationary flow, in a vertical tunnel, inside CT-Scan. Dans: *Conférencier invité au Waterways Experiment Station (WES), United States Army Corps of Engineers (USACE)*, (Vicksburg, États-Unis).

Long, B. F. et Roberge, C. (2005). Analyse multicritère des risques d'érosion des berges de la région Maria Cap-d'Espoir dans la Baie des Chaleurs. Dans : *12th Canadian Coastal Conference*, (Darthmouth, Canada). pp. 18.

Mailhot, A. et Duchesne, S. (2005). Impacts des changements climatiques en matière de drainage urbain. Dans: *Conférence présentée dans le cadre d'une rencontre organisée par le consortium Ouranos.*

Mailhot, A., Duchesne, S. et Rivard, G. (2006). L'évacuation des eaux de pluie en milieu urbain et les changements climatiques : y a-t-il péril en la demeure? Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Mailhot, A., Duchesne, S. et Simard A. (2005). Statistiques de pluies intenses simulées par le RCM : comparaison avec les statistiques en climat actuel et analyse des prévisions en climat futur. Dans: *Conférence présentée aux nembres de l'équipe de développement du Modèle Régional de Climat de M. Daniel Caya, groupe Ouranos.*

Martel, R. (2006). [conférencier invité]. Remédiation des zones sources de TCE par lavage *in situ* avec détergent, alcool et polymère. Dans: *Salon des technologies environementales du Québec, Réseau environnement*, (Québec, Canada).

Mercier, G., Blais, J.-F., Chartier, M. et Drogui, P. (2006). Procédés innovateurs pour aider à résoudre divers problèmes environementaux. Dans: *Conférence de la Région de la Capitale et de Chaudières-Appalaches de Réseau Environnement*, (Québec, Canada).

Mingelbier, M., Brodeur, P., Bergeon, N. E., Bérubé, F. et Pouliot, M. A. (2005). The use of pit tag technology to quantify fish passage in ladders and radio telemetry to track fish spawners in their habitat. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

Monette, Y. et Richer-LaFlèche, M. (206). Laser-Ablation ICP-MS Analysis of Historic Ceramic Glazes - A Multi-Element and Lead Isotope Investigation. Dans: *36th International symposium on Archaeometry (ISA 2006)*, (Québec Canada).

Monette, Y. et Richer-Laflèche, M. (2006). Laser-Ablation ICP-MS Analysis of Lead Munition Artefacts from the Historical Period. [affiche]. Dans: *36th International symposium on Archaeometry (ISA 2006)*, (Québec, Canada).

Monette, Y. et Richer-Laflèche, M. Moussette, M. (2006). Chemical Characterization of Brass Artefacts Using SEM-EDS and Laser Ablation ICP-MS. [affiche]. Dans: *36th International symposium on Archaeometry (ISA 2006)*, (Québec, Canada).

Montreuil, S. et Long, B. F. (2005). Évolution densitométrique des structures de ride en déplacement sous un courant stationnaire mesuré sous scanographe dans un canal en boucle vertical. Dans: *12th Canadian Coastal Conference*, (Darthmouth, Canada). pp. 17.

Mueller, K. K., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2006). Modeling the effect of water quality and natural organic matter (NOM) on trace metal speciation in natural freshwaters. Dans: *Metals in the Human Environment (MITHE) Research Network 2006 Annual Symposium*, (Gatineau, Canada).

Mundy, C. J., Granskog, M., Rail, M. E., Macdonald, R., Gratton, Y. et Barber, D. G. (2006). Hydrography of the eastern and southern Hudson bay - preliminary results from the articnet 0502 cruse in sept/oct 2005. Dans: *ArcticNet Annual Scientific Meeting / Réunion scientifique annuelle*, (Banff, Canada).

Nault, K., Long, B. F. et Kirkwood, D. (2005). 3D geological modeling applied to coastal erosion of cliffs. Dans: *12th Canadian Coastal Conference*, (Dartmouth, Canada).

Nault, K., Long, B. F. et Kirkwood, D. (2005). Modélisation géologique 3D appliquée à l'érosion des failles côtières entre cap Blanc et cap d'Espoir. Dans: *7e Conférence scientifique annuelle du Réseau GEOIDE*, (Québec, Canada).

Nguyen, B. T., Favre, A. C. et Fortin, V. (2006). Correction du biais de la température des prévisions d'ensemble par des modèles linéaires adaptatifs. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Ouarda, T. B. M. J. (2005). Les changements climatiques, comment atténuer et comment s'adapter. Dans: *IMAGINE : l'événement de l'innovation*, (Québec, Canada).

Ouarda, T. B. M. J. (2005). [conférencier invité]. Conception des ouvrages dans un cadre de changements climatiques : analyse fréquentielle des crues avec covariables. Dans: *Conférence présentée à l'Université de Lyon*, (Lyon, France).

Ouarda, T. B. M. J. (2005). [conférencier invité]. On regional estimation of floods and low flows at ungauged sites. Dans: *Conférence présentée à la Direction de la recherche climatique, Service météorologique du Canada, Environnement Canada*, (Downsview, Canada).

Ouarda, T. B. M. J., Cunderlik, J., St-Hilaire, A. et Gachon, P. (2005). Modèle QDF (Débit-Durée-Fréquence) non stationnaire. Dans: *Journée du groupe Analyse du climat Présentation des projets et des résultats du groupe, Consortium Ouranos*, (Montréal, Canada).

Ouarda, T. B. M. J. et El-Adlouni, S. (2005). Analyse fréquentielle des extrêmes hydroclimatiques dans un cadre non stationnaire (changements et variabilité climatique). Dans: *Conférence présentée à l'INRS-Eau, Terre et Environnement*, (Québec, Canada).

Paniconi, C. (2005). Modeling surface water-groundwater interactions at the subcatchment and watershed scales. Dans: *Conférence présentée au Consortium Ouranos*, (Montréal, Canada).

Paniconi, C., Rousseau, A. N., Lefebvre, R., Villeneuve, J. P., Larocque, M., Nastev, M., Roy, R. et Chartier, I. (2005). Improved models for surface water - groundwater interactions at the watershed and subcatchment scales: Châteauguay River basin, southwestern Québec. Dans: *Synthèse des projets en cours sur le bassin versant Châteauguay, Consortium Ouranos*, (Montréal, Canada).

Paquet, N., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2005). Développement d'un test de toxicité algale à l'aide de la cytométrie en flux : comparaison avec un test normé pour l'algue verte *Pseudokirchneriella subcapitata* et le cadmium. Dans: *Colloque annuel du TOXEN*, (Montréal, Canada).

Paquet, N., Campbell, P. G. C. et Fortin, C. (2006). Développement d'un test de toxicité algale à l'aide de la cytométrie en flux : étude de cas chez l'algue verte *Pseudokirchneriella subcapitata* exposée à l'argent et au cadmium. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Parsons, S., Nadeau, L. et Malo, M. (2005). Production de cartes géologiques de deuxième génération par analyse de données de sources multiples dans un environnement SIG : un exemple tiré de la province de Grenville. [affiche]. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Pinet, N., Lavoie, D., Brouillette, P., Dion, D. J., Keating, P., Brisebois, D., Boivin, R., Malo, M. et Castonguay, S. (2005). Apport des données géophysiques pour la compréhension de la géométrie de l'orogène appalachien : modélisation gravimétrique de transect géologiques régionaux. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Pinet, N., Lavoie, D., Brouillette, P., Dion, D. J., Keating, P., Brisebois, D., Boivin, R., Malo, M. et Castonguay, S. (2005). Imagerie géophysique de la Gaspésie et du Bas Saint-Laurent : 1- données gravimétriques. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Pinet, N., Lavoie, D., Brouillette, P., Dion, D. J., Keating, P., Brisebois, D., Boivin, R., Malo, M. et Castonguay, S. (2005). Imagerie géophysique de la Gaspésie et du Bas Saint-Laurent : 2- données aéromagnétiques. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Pinet, N., Lavoie, D., Dion, D. J., Keating, P., Dietrich, J., Brouillette, P., Brisebois, D., Malo, M. et Castonguay, S. (2005). Apport des données géophysiques récentes pour la compréhension des bassins sédimentaires en Gaspésie : implications pour l'exploration pétrolière. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Poulin, J., Konstantinovskaya, E. et Harris, L. B. (2006). Développement de méthodes et de techniques afin d'utiliser la tomodensitométrie en appui à la modélisation physique appliquée à la géologie structurale et à la géomécanique. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Quilbé, R., Rousseau, A. N., Mailhot, A et Villeneuve, J.-P. (2006). GIBSI : An integrated modelling system for watershed management. [affiche]. Dans: *European Geosciences Union (EGU) General Assembly*, (Vienne, Autriche).

Quilbé, R., Rousseau, A. N. et Villeneuve. J.-P. (2006). GIBSI : an integrated modelling software for watershed management. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Rail, M. E. et Gratton, Y. (2005). Summary of ArcticNet 2005 Leg 1 physical operations. Dans: *ArcticNet Annual Scientific Meeting / Réunion scientifique annuelle*, (Banff, Canada). pp. 89.

Rheault, M., Kilicaslan, A., Brisebois, D., Pinet, N., Malo, M., Thériault, R. et Laliberté, J. Y. (2005). Exploration des hydrocarbures en Gaspésie : l'apport des images RADARSAT couplées aux données géoscientifiques. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Richer-LaFlèche, M. (2005). Projet Ménarik, Baie-James : État d'avancement des travaux de recherche. Dans: *Assemblée annuelle des actionnaires de la compagnie Pro-Or inc.*, (N/D).

Rogel, G., Rousseau, A. N. et Mailhot, A. (2006). Développement d'un modèle de transport des agents pathogènes en milieu agricole. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Rogel, G., Rousseau, A. N., Mailhot, A. et Tremblay, S. (2006). Développement d'un modèle de transport des agents pathogènes en milieu agricole. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Ross, M., Ait-Ssi, L, Martel, R. et Parent, M. (2005). From geological to groundwater flow models : an example of inter-operability for semi-regular grids. *4th Workshop on Three Dimensional Geological Mapping for Groundwater Applications*, (Salt Lake City, États-Unis). H. Russell, R. C. Berg et L. H. Thorleifson, (Eds), pp. 67-70.

Rousseau, A. N. (2006). [conférencier invité]. Connectivity to surface water - topographic index development and limitations. Dans: *2006 Annual National Agri-Environmental Health Analysis and Reporting Program (NAHARP) Workshop*, (Ottawa, Canada).

Rousseau, A. N. (2006). [conférencier invité]. Contribution de la modéliation hydrologique à la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Dans: *3e conférence sur la recherche et l'innovation québécoise en agriculture et en agroalimentaire (CRQAA)*, (Québec, Canada).

Rousseau, A. N. (2005). Gestion intégrée de l'eau par bassin versant - contribution de la modélisation hydrologique. Dans: *Conférence organisé par le CARTEL*, (Sherbrooke, Canada).

Rousseau, A. N. (2005). L'hydrologie. Dans: *Salon Éducation Emploi, Boîte à science d'Espace Innovation*, (Québec, Canada).

Rousseau, A. N. (2006). [conférencier invité]. Modélisation du transport des pesticides à l'échelle du bassin versant. Dans: *Centre Saint-Laurent - Atelier sur les pesticides dans le bassin de la Yamaska*, (Montréal, Canada).

Rousseau, A. N. (2006). [conférencier invité]. Pesticides models at the watershed scale - NAESI (National agri-environmental standards initiative). Dans: *2006 Annual National Agri-Environmental Health Analysis and Reporting Program (NAHARP) Workshop*, (Ottawa, Canada).

Saïd, M., Favre, A.-C., Massé, H., Fortin, V., Perreault, L. et Evora, N. (2005). Using Bayesian Model Averaging to calibrate meteorological forecast ensembles: Application to the forecasts of Environment Canada. [poster]. Dans: *Hydrologic Ensemble Prediction Experiment (HEPEX) International Workshop on Hydrometeorological and Hydrologic Ensemble Prediction*, (Boulder, États-Unis). T. Hamill, M. Clark, J. Schaake et R. Buizza, (Eds).

Seidou, O. et Ouarda, T. B. M. J. (2006). La régression logistique : utilisation pour la modélisation de la probabilité de gel et de dégel sur les cours d'eau au Québec et potentiel d'utilisation pour la prévision d'embâcles. Dans: *26e Colloque annuel du Centre d'études nordiques*, (Québec, Canada).

Seidou, O. et Ouarda, T. M. B. J. (2006). Approches Bayésiennes de détection de ruptures dans les modèles de régression linéaire multiple: développement des modèles et application à l'homogénéisation des données hydroclimatiques. Dans: *Séminaires Impacts et Adaptation d'Ouranos*, (Montréal, Canada).

Smith, J. C. et Bergeron, N. E. (2006). Variation de la préférence d'habitat nocturne hivernal des tacons de saumon atlantique le long d'un lien sédimentaire. Dans: *9e colloque du Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)*, (Québec, Canada). pp. 16.

St-Hilaire, A. (2006). [conférencier invité]. Hydroelectricity and aquatic habitat in Québec. Dans: *Conférence présentée au Département de biologie, Université du Nouveau-Brunswick*, (Fredericton, Canada).

St-Hilaire, A., Benaoudia, I. C., Nedushan, B. et Ouarda, T. B. M. J. (2005). Geostatistical interpolation of water temperature : a tool for defining thermal refugia. Dans: *GEOSALAR : Geomatics and Fish habitat modelling in rivers and estuaries*, (Québec, Canada).

St-Hilaire, A., Pavey, B., Courtenay, S. C., Boghen, A. D., Benyahya, L., Ouarda, T. B. M. J. et Ouellette, C. (2006). [conférencier invité]. Suspended sediment downstream of harvested peat bogs in New Brunswick. Dans: *Conférence présentée au Miramichi River Environmental Assessment Committee*, (Miramichi, Canada).

Surampalli, R. Y. et Tyagi, R. D. (2005). Planning for drinking water treatment security. Dans: *First International Conference on Sustainable Water Environment: Water Resource and Quality Management*, (Taipei, Taiwan).

Tremblay-Paquet, É., Malo, M. et Vergés, J. (2005). Analyse structurale de l'anticlinal de Vilanova dans le bassin de l'Ébre, Pyrénées orientales, Espagne. Dans: *Québec Exploration 2005*, (Québec, Canada).

Tremblay-Paquet, É., Malo, M. et Vergés, J. (2006). Analyse structurale de l'anticlinal de Vilanova dans le bassin de l'Ebre, Pyrénées orientales, Espagne . Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Tremblay, Y., Rousseau, A. N. et Plamondon, A. (2006). Effets de la récolte forestière sur les débits de pointe et la qualité de l'eau : cas de petits ruisseaux en forêt boréale. Dans: *74e Congrès de l'Association Canadienne Française pour l'Avancement des Sciences (ACFAS)*, (Montréal, Canada).

Wagner, G. et Bergeron, N. E. (2006). Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du lac Huard, rivière Cascapédia. Dans: *9e colloque du Centre Interuniversitaire de Recherche sur le Saumon Atlantique (CIRSA)*, (Québec, Canada), pp. 17.

Wagner, G., Bergeron, N. E., Francus, P. et Lapointe, M. (2006). Historique de la relation entre les activités forestières et la production de sédiments fins dans le bassin versant du Lac Huard, rivière Cascapédia, Québec. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Xhardé, R., Boucher, M. et Long, B. F. (2005). Coastal geohazards monitoring using airborne LiDAR system: an application to the Baie-des-Chaleurs, Québec. Dans: *12th Canadian Coastal Conference*, (Dartmouth, Canada), pp. 16.

Xhardé, R., Boucher, M. et Long, B. F. (2005). LIDAR and videogrammetry techniques applied to coastal erosion monitoring in the Baie des Chaleurs, Québec. Dans: *7e Conférence scientifique annuelle du Réseau GEOIDE*, (Québec, Canada).

Yan, S., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2005). Polyhydroxyalkanoate (PHA) production using activated sludge as microorganisms: Effect of different carbon sources. Dans: *Joint meeting of the 2nd International Conference on Green and Sustainable Chemistry and the 9th Annual Green Chemistry and Engineering Conference (American Chemical Society)*, (Washington, États-Unis).

Zheng, X. J., Blais, J. F., Mercier, G. et Berger, M. (2006). Enlèvement des HAP's à partir des boues d'épuration municipales. Dans: *Journée des sciences de la terre 2006*, (Québec, Canada).

Livres ou ouvrages collectifs

Borgmann, U., Janssen, C. R., Blust, R. J. P., Brix, K. V., Dwyer, R. L., Erickson, R. J., Hare, L., Luoma, S. N., Paquin, P. R., Roberts, C. A. et Wang, W. X. (2005). Incorporation of dietborne metals exposure into regulatory frameworks. Dans: Meyer, J. S., Adams, W. J., Brix, K. V., Luoma, S. N., Mount, D. R., Stubblefield, W. A. et Wood, C. M., (Eds). *Toxicity of Dietborne Metals to Aquatic Organisms: Proceedings from the Pellston Workshop on the Role of Dietary Exposure in the Evaluation of Risk of Metals to Aquatic Organisms, 27 July-1 August 2002, Fairmont Hot Springs, British Columbia, Canada*, pp. 153-190. Pensacola, États-Unis, SETAC Press/Allen Press/ACG Publishing.

Campbell, P. G. C., Clearwater, S. J., Brown, P. B., Fisher, N. S., Hogstrand, C., Lapat, G. R., Mayer, L. M. et Meyer, J. S. (2005). Digestive physiology, chemistry, and nutrition. Dans: Meyer, J. S., Adams, W. J., Brix, K. V., Luoma, S. N., Mount, D. R., Stubblefield, W. A. et Wood, C. M., (Eds). *Toxicity of Dietborne Metals to Aquatic Organisms: Proceedings from the Pellston Workshop on the Role of Dietary Exposure in the Evaluation of Risk of Metals to Aquatic Organisms, 27 July-1 August 2002, Fairmont Hot Springs, British Columbia, Canada*, pp. 93-57. Pensacola, États-Unis, SETAC Press/Allen Press/ACG Publishing.

Gobeil, C. (2006). Biogeochemistry and Chemical Contamination in the St. Lawrence Estuary. Dans: Wangersky, P. W., (Ed.). *Estuaries*, pp. 123-147. (The Handbook of Environmental Chemistry: 5H), Berlin, Allemagne, Springer.

Harris, L. (2006). Banded iron formations. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*, pp. 54. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Breccia. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*, pp. 82-83. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Craton. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*, pp. 139. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Exhalation. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*, pp. 211-212. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Faults and fractures. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*, pp. 215-216. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Folds. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*, pp. 225-226. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Greenstone belt. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 272-273. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Hots spots. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 298. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Mantle plumes. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 359-361. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Mapping techniques. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 360-361. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Mountain chains. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 388-389. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Ophiolite suites. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 413-414. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Orogeny. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 415. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Rifting and rift valleys. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 493. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Shear zones. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 525. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Supercontinents. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 573-575. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Syncline and anticline. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 577. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Transform faults. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 596-597. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Harris, L. (2006). Transform plate boundary. Dans: Lerner, K. C. et Lerner, B. W., (Eds). *World of Earth Science (eBook)*. pp. 597. Detroit, États-Unis, Gale-Thomson.

Lewis, J., Brousseau, P., Ampleman, G., Thiboutot, S., Martel, R., Trépanier, L. et Dubé, P. (2005). Assessment on the long-term fate and transport of energetic materials in the vadose zone using 81-mm mortar cracked shells as source terms. Dans: Pennington, J. C., Jenkins, T. F., Thiboutot, S., Ampleman, G., Clausen, J., Hewitt, A. D., Lewis, J., Walsh, M. R., Walsh, M. E., Ranney, T. A, Silverblatt, B., Marois, A., Gagnon, A., Brousseau, P., Zufelt, J. E., Poe, K., Bouchard, M., Martel, R., Walker, D. D., Ramsey, C., Hayes, C. A., Yost, S. L., Bjella, K. L., Trépanier, L., Berry, T. E., Lambert, D. J., Dubk, P. et Perron, N. M., (Eds). *Distribution and Fate of Energetics on DoD Test and Training Ranges: Interim Report 5.* (Strategic Environmental Research and Development Program: ERDC TR-05-2). Vicksburg, États-Unis, US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center.

Ricard, S. (2005). Les transferts massifs d'eau en Afrique du sud. Lasserre, F., (Ed.). *Transferts massifs d'eau.* pp. 285-296. Québec, Canada, Presse de l'université du Québec.

Sasseville, J. L. et Yezza, A. (2005). La rationalité des transferts massifs d'eaux douces. Lasserre, F., (Ed.). *Transferts massifs d'eau.* pp. 55-79. Québec, Canada, Presse de l'université du Québec.

Yan, S., Tyagi, R. D. et Surampalli, R. Y. (2005). Biochemical Technology for Phosphorus Removal. Dans: Srivastava, M. M. et Sanghi, R., (Eds). *Chemistry for Green Environment.* New Delhi, Inde, Narosa Publishing.

Rapports de recherche

Asselin, J. J. J., Ouarda, T. B. M. J. et Seidou, O. (2005). *Bayesian multivariate linear regression with application to changepoint models in hydrometeorological variables. Part I. Model development.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 34 pages + 4 annexes (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 838).

Beaulieu, C., Ouarda, T. B. M. J., Seidou, O., Boulet, G. et Yagouti, A. (2006). *Étude comparative de méthodes d'homogénéisation des séries de précipitations.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, vii, 71 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 849).

Beaulieu, C., Ouarda, T. B. M. J., Seidou, O., Boulet, G. et Yagouti, A. (2005). *Revue bibliographique des techniques d'homogénéisation des séries climatiques et analyse d'applicabilité aux séries de précipitations.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 68 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 811).

Campbell, P. G. C., Fortin, C. et Prémont, S. (2006). *Évaluation de la biodisponibilité de l'argent présent dans les sédiments du fossé A du centre d'essais et d'expérimentation en munitions de Nicolet.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 25 pages. (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 846).

Fortin, C., Jutras, S. et Rousseau, A. N. (2006). *Stratégie préliminaire pour mesurer les impacts de la coupe forestière sur la physico-chimie des lacs marneux de la Réserve faunique des Chic-Chocs.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, iv, 24 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 848).

Gachon, P., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Nguyen, V. T. V., Lin, C, Milton, J., Chaumont, D., Goldstein, J., Hessami, M., Nguyen, T. D., Selva, F., Nadeau, M., Roy, P., Parishkura, D., Major, N., Choux, M. et Bourque, A. (2005). *A first evaluation of the strength and weaknesses of statistical downscaling methods for simulating extremes over various regions of eastern Canada.* Montréal, Environment Canada, 234 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 703).

Gratton, Y. (2006). *Avis sur les résultats de l'étude d'impact Eastmain - dérivation Rupert.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 9 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 851).

Hentati, A. et Rousseau, A. N. (2005). *Computational procedure of the Topographic Index using PHYSITEL.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 22 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 833).

Ouarda, T. B. M. J., Jourdain, V., Gignac, N., Gingras, H., Herrera, E. et Bobée, B. (2005). *Développement d'un modèle hydrologique visant l'estimation des débits d'étiage pour le Québec habité. Synthèse.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, iii, 10 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 684 s).

Ouarda, T. B. M. J., Jourdain, V., Seidou, O., Gingras, H. et Bobée, B. (2005). *Guide de l'usager du logiciel Regions (Phase II).* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, viii, 57 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 821).

Rousseau, A. N., Lafrance, P., Quilbé, R., Savary, S., Sulis, M. et Caron, E. (2006). *Évaluation de modèles de transport des pesticides pour le développement de normes de performances agro-environnementale atteignables (NPA) à l'échelle des bassins versants.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 128 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 786 e1).

Rousseau, A. N., Quilbé, R., Rogel, G., Grenier, M. et Tremblay, S. (2005). *Amélioration d'un système de modélisation intégrée et développement du protocole d'application pour l'analyse de scénarios d'assainissement agricole à l'échelle du bassin versant.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 232 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 825 e1).

Rousseau, A. N., Ricard, S. et Quilbé, R. (2005). *Current State of Understanding of Potential Environmental and Social Risks of Pig Farming in the James Bay Municipality, near Chapais. Synthesis report.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement. (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 806 s1).

Rousseau, A. N., Ricard, S. et Quilbé, R. (2005). *Current State of Understanding of Potential Environmental and Social Risks of Pig Farming in the James Bay Municipality, near Chapais.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 104 pages. (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 806).

Rousseau, A. N., Quilbé, R., Dolbec, J.-F., Guillot, F., Ricard, S., Savary, S. et Villeneuve, J.-P. (2005). *Vulnérabilité de l'agriculture en réponse aux changements climatiques : étude de l'influence passée et future de l'occupation agricole du territoire sur le régime hydrologique et la qualité de l'eau d'un bassin versant, à l'aide d'un système de modélisation intégrée. Rapport d'étape 2.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 20 pages. (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 796 e2).

Seidou, O., Hessami, M., Ouarda, T. B. M. J., St-Hilaire, A., Bilodeau, L., Bruneau, P. et Bobée, B. (2005). *Modélisation de la croissance de glace de lac par réseaux de neurones artificiels et estimation du volume de la glace abandonnée sur les berges des réservoirs hydroélectriques pendant les opérations d'hiver.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, viii, 72 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 788).

Seidou, O. et Ouarda, T. B. M. J. (2005). *Bayesian multivariate linear regression with application to changepoint models in hydrometeorological variables. Cases studies.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, vii, 43 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 837).

Seidou, O. et Ouarda, T. B. M. J. (2006). *Recursion-based multiple changepoint detection in multivariate linear regression and application to river streamflows.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 41 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 842).

St-Hilaire, A. (2005). *Analyse fréquentielle des précipitations des stations de Montréal et Shawinigan.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, v, 23 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 832).

St-Hilaire, A. et Ouarda, T. B. M. J. (2005). *Protocole d'échantillonnage du Système de Production Automatisé de Neige (SPAN).* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, v, 29 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport de recherche; 834).

Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise

Bécu, V. (2005). *Pétrologie et géochimie de l'indice de chromitites platinifères Star Chrome, complexe ophiolitique de Thetford Mines, Québec.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Bédard, J. (Directeur). Québec, Université du Québec, xi, 177 pages.

Bérubé, L. (2005). *Mobilité et géochronologie du Pt et du Pd dans les sédiments de deux lacs du Québec.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tessier, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiv, 102 pages.

Bisaillon, J. F. (2005). *L'effet des conditions hivernales sur la mortalité du saumon atlantique juvénile et sur la formation de la glace de fond en milieu naturel.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Science de la terre]. Bergeron, N. E. (Directeur). Québec, Université du Québec, x, 117 pages.

Blanco. C.J.C. (2005). *Méthodologie pour l'implantation de micro-centrales hydro-électriques en Amazonie dans une perspective de développement durable.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph. D.) en Sciences de l'eau]. Secretan, Y. (Directeur). Québec, Université du Québec, xi, 157 pages.

Bonnifait, L. (2005). *Développement de courbes submersion-dommages pour l'habitat résidentiel québécois.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Leclerc, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiii, 74 pages.

Chenel, J. P. (2005). *Production d'enzymes protéolytiques par des bactéries non conventiennelles isolées de boues d'épuration municipales.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, ix, 59 pages.

Corriveau, J. (2005). *Étude temporelle des émissions hivernales de protoxyde d'azote d'une parcelle agricole.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Bernier, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xi, 78 pages.

Dhenain, A. (2005). *Enlèvement des HAP des boues noires d'aluminerie par flottation à l'aide de surfactants.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Mercier, G. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxii, 99 pages.

Dridi, L. (2005). *Développement et validation d'une approche de remplacement des conduites pour les réseaux d'eau potable.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph. D.) en Sciences de l'eau]. Villeneuve, J.-P. (Directeur). Québec, Université du Québec, 322 pages.

Drouin, M. (2005). *Production de protéases alcalines par Bacillus licheniformis en utilisant des boues d'épuration municipales comme substrat.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiv, 103 pages.

Duchesne, M. J. (2005). *Apport de méthodes géophysiques marines et de la scanographie à l'étude de la genèse des faciès de sismique-réflexion de haute et très haute résolution.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de la terre]. Long, B. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxxiv, 404 pages.

Gauthier, C. (2005). *Caractérisation environnementale et hydrogéologique de l'écoulement à la base des forces canadiennes (BFC) Shilo, Manitoba, Canada.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la Terre]. Lefebvre, R. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxxv, 182 pages.

Gignac, N. (2005). *Régionalisation et cartographie des crues au Québec habité.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Ouarda, T. B. M. J. (Directeur). Québec, Université du Québec, viii, 121 pages.

Goulet, M. (2005). *Suivi agronomique de sous-produits fertilisants issus d'un procédé de traitement du lisier de porc.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Blais, J. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xv, 174 pages.

Hammy, F. (2005). *Décontamination des résidus de contrôle de la pollution de l'air d'incinérateur de déchets municpaux par lixiviation chimique et adsorption du Pb sur tourbe.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor

(Ph. D.) en Sciences de l'eau]. Blais, J. F. (Directeur). Québec, Canada, Université du Québec, 197 pages.

Imbeault, S. (2004). *Utilisation des bactériophages pour la prévention d'infections bactériennes en aquaculture.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Blais, J.-F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xx, 116 pages.

Joseph, G. (2006). *Étude du potentiel des eaux de surface à Haïti pour répondre aux problèmes de pénurie d'eau potable.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès science (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Ouarda, T. B. M. J. (Directeur). Québec, Université du Québec, xii, 195 pages.

Khaldoune, J. (2006). *Développement d'une méthode de mesure et de cartographie du gel du sol en milieu agricole à l'échelle d'un bassin versant à partir d'images radar monopolarisées (RADARSAT-1), multipolarisées (ENVISAT) et polarimétriques (RADARSAT-2/CONVAIR-580).* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Bernier, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xx, 246 pages.

Kraemer, L. D. (2006). *Dynamique de la prise en charge et de la détoxication de métaux (Cd, Cu, Zn) chez la perchaude (Perca flavescens).* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Campbell, P. G. C. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxv, 251 pages.

L'Heureux, J. (2005). *Développement d'une procédure d'évaluation de la recharge pour le modèle hydrogéologique MODFLOW à partir du modèle hydrologique HYDROTEL.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Villeneuve, J.-P. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiii, 216 pages.

Lachhab, K. (2005). *Facteurs et méthodes sous-jacents à l'amélioration de la peformance des procédés de production du biopesticide à base de B. thuringiensis en utilisant comme substrat des boues d'épuration des eaux usées.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctorat (Ph. D.) en Sciences de l'eau]. Tyagi, R. D. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvi, 179 pages.

Laridi, R. (2006). *Réduction de nutriments (P & N) du lisier de porc par précipitation contrôlée et récupération de la struvite.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en Sciences de l'eau]. Auclair, J.-C. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxviii, 177 pages.

Ménard, A. (2005). *Influence de la morphologie du cours d'eau sur les mouvements journaliers du saumon atlatique juvénile à l'automne au début de l'hiver.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Bergeron, N. (Directeur). Québec, Université du Québec, ix, 72 pages.

Mercier-Langevin, P. (2005). *Géologie du gisement de sulfures massifs volcanogènes aurifères Laronde, Abitibi, Québec.* [Thèse présentée pour l'obtention du grade de Philosophiae doctor (Ph.D.) en Sciences de la terre]. Dubé, B. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxv, 698 pages.

Moore, F. (2005). *Application de la scanographie R. X. à l'étude de la sédimentation-consolidation : modélisation physique et théorique.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Long, B. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xxiv, 140 pages.

Nantel, E. (2006). *Élaboration d'une méthode d'estimation des vulnérabilités historiques des approvisionnements en eau potable au Québec.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Mailhot, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, ix, 134 pages.

Orvoine, J. (2004). *Compétition entre les protons et les ions de cadmium le long d'une chaîne alimentaire menant au biomoniteur* Chaoborus. [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Hare, L. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvi, 72 pages.

Perron, A. (2005). *La mobilité du zinc dans les sédiments de lacs du bouclier canadien.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Tessier, A. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiii, 91 pages.

Racine, C. (2005). *Étude des alternatives de contrôle des panaches d'eau souterraine contaminée par des liquides immiscibles denses et légers, Ville-Mercier, Québec, Canada,* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Lefebvre, R. (Directeur). Québec, Université du Québec,. xi, 188 pages.

Racine, M. J. (2005). *Évaluation d'images RADARSAT-1 acquises en mode fin pour l'étude de tourbières boréales - application aux tourbières du bassin versant de la rivière la Grande, Québec, Canada.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maîtrise ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Bernier, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvii, 103 pages.

Ricard, B. (2005). *Relations statistiques entre les mesures de vent in situ et les estimations de vents en région côtière obtenues par imagerie RSO et RADARSAT-1.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de l'eau]. Bernier, M. (Directeur). Québec, Université du Québec, xiii, 94 pages.

Roberge, C. (2005). *Estimation du facteur de frottement et du transport sédimentaire par la houle sur le littoral nord-est de Jerba.* [Mémoire présenté pour l'obtention du grade de Maître ès sciences (M.Sc.) en Sciences de la terre]. Long, B. F. (Directeur). Québec, Université du Québec, xvi, 127 pages.

Rapports de stage

Bédard, L. (2005). *Étude des aquifères de la vallée Annapolis-Cornwallis.* [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle en Sciences de l'eau]. Rousseau, A. N. (Directeur). Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, ii, 47 pages.

Fecteau, S. (2005). *Calcul des forces hydrauliques et des forces de glaces exercées sur les piliers du pont CN situé à Charny.* [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle en Sciences de l'eau]. Rousseau, A. N. (Directeur). Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, i, 28 pages.

Martel, J. F. (2005). *Contribution à une étude de biodiversité des mollusques d'un écosystème littoral (cas de la baie de Dakhla, sud du Maroc).* [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Zidane, F. et Zidane, H. (Directeurs). Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, v, 83 pages.

Millot, N. (2006). *Effets des coupes forestières sur les sédiments en suspension dans les cours d'eau.* [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle en Sciences de l'eau]. Plamondon, A. et Rousseau, A. N. (Directeurs). Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, 53 pages.

Miquelon, G. et Déraspe, V. (2005). *Cartographie des milieux humides des Iles-de-la-Madeleine.* [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle ès Sciences (Eau)]. Desraspe, V. (Directrice). Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, vii, 77 pages.

Stashenko, A. (2005). *Groundwater assessment in the Okanagan basin.* [Stage en milieu professionnel pour Maîtrise professionnelle en Sciences de l'eau]. Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, Université du Québec, 41 pages.

Autres publications

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A method for increasing the chrome to iron ratio of chromites products / Méthode permettant d'accroître le rapport chrome/fer de produits du type chromite.* Institut national de la recherche scientifique. Canada, Demande de brevet [phase nationale].

Bergeron, M. et Richer-Laflèche, M. *A method for increasing the chrome to iron ratio of chromites products.* INRS. Etats-Unis, Demande de brevet [phase nationale].

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A method for increasing the chrome to iron ratio of chromites products.* INRS. Australie, Demande de brevet [phase nationale].

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A method for increasing the chrome to iron ratio of chromites products.* INRS. Europe, Demande de brevet.

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A process for recovering platinum group metals from ores and concentrates.* INRS. Australie, Demande de brevet [phase nationale].

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A process for recovering platinum group metals from ores and concentrates / Un procédé de récupération de métaux du groupe du platine dans des minerais et des concentrés.* INRS. Canada, Demande de brevet [phase nationale].

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A process for recovering platinum group metals from ores and concentrates.* INRS. Europe, Demande de brevet.

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A process for recovering platinum group metals from ores and concentrates.* INRS. Etats-Unis, Demande de brevet [phase nationale].

Bergeron, M. et Richer-LaFlèche, M. *A process for recovering platinum group metals from ores and concentrates.* INRS. Afrique du Sud, demande de brevet [phase nationale].

Cadieux, A. M., Dubé, B., Williamson, K., Malo, M. et Twomey, T. (2006). *Characterization of hydrothermal alterations at the Red Lake mine, northwestern Ontario.* Ottawa, Commission géologique du Canada, 16 pages. (Geological Survey of Canada, Current Research; 2006-C2).

Côté, M. J., Lachance, Y., Lamontagne, C., Nastev, M., Plamondon, R. et Roy, N. (2006). *Atlas du bassin versant de la rivière Châteauguay.* Québec, Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs Québec, viii, 64 pages.

Doukouré, C. (2005). *Utilisation du logiciel LandMapR à la segmentation des pédopaysages (Bassin versant du bras d'Henri).* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 30 pages.

El Adlouni, S., Jacques, C. et Bobée, B. (2005). *Techniques de Monte Carlo pour générer les lois de Halphen.* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 69 pages (INRS-Eau, Terre et Environnement, rapport interne; 187).

Favre, A. C. (2005). *La calibration des prévisions météorologiques d'ensemble : un défi de taille pour les statisticiens. Convergence, Le journal de l'Association des statisticiennes et des statisticiens*, 10 (2): 14-15.

Houenou, P., Villeneuve, J.-P. et Lafrance, P. (2005). *Amélioration de la santé humaine et celle des écosystèmes dans la région de Buyo (sud-ouest de la Côte d'Ivoire).* Québec, INRS-Eau, Terre et Environnement, 34 pages.

Mercier, G., Blais, J.-F., Bureau, M. A. et Drogui, P. *Procédé électrochimique de stabilisation et pré-conditionnement des boues d'épuration municipales et industrielles / Electrochemical Stabilization and Preconditioning Process for Municipal and Industrial Sludge.* Demande de brevet, Canada, CA2511091 [Dépôt 29 juin 2005].

Meunier, N., Sasseville, J.-L., Tyagi, R. D., Hammy, F, Mercier, G. et Blais, J.-F. *Hybrid chemical and biological process for decontaminating sludge from municipal sewage / Procédé hybride et biologique de décontamination de boues d'épuration municipales.* Demande de brevet, Canada. CA2379928. [Requête d'examen 29 juin 2005].

Ouarda, T. B. M. J. (2005). Impacts des changements climatiques sur les ressources en eau. *Entrevue d'actualité - Paul Arcand 98.5 FM*, Montréal, Canada

Rivard, C., Deblonde, C., Michaud, Y., Boisvert, V., Carrier, V., Castonguay, S. et Lefebvre, R. (2005). *Hydrogeological atlas of the south-central area of the Maritimes Carboniferous basin.* Ottawa, Commission géologique du Canada, 69 pages (Commission géologique du Canada, Dossier public ; 4884).

Villeneuve, J.-P. (2005). *Avec une consommation de 411 litres par personne et par jour, les Québécois sont parmi les plus grands consommateurs d'eau au monde. L'Actualité, 30 (20): 51.*

Statistiques des publications et communications de l'INRS-ETE pour l'année 2005-2006

Rapport annuel	1
Brevets	3
Articles publiés dans des revues scientifiques	117
Communications ou publications avec arbitrage	147
Communications ou publications sans arbitrage	141
Livres ou ouvrages collectifs	26
Rapports de recherche publics	37
Rapports de recherche confidentiels	22
Thèses de doctorat ou mémoires de maîtrise	32
Rapports de stage	6
Autres publications	16

Séminaires et colloques

En 2004-2005, le professeur Lyal Harris était en charge de l'organisation des séminaires, colloques et conférences. Ces activités comprenaient les séminaires réguliers présentés par les étudiants de deuxième et troisième cycles dans le cadre des programmes de maîtrise et de doctorat, ainsi qu'un programme de conférenciers invités.

La liste des communications sur invitation tenues à l'INRS-ETE ainsi que dans le cadre du programme conjoint des conférences Commission géologique du Canada (Québec) - Université Laval, département de géologie et génie géologique ainsi que le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (Québec) apparaît ci-dessous.

22 septembre 2005
H. ZWANZIG, Manitoba Geological Survey, Manitoba Industry, Economic Development and Mines. *Extension tectonics in Trans-Hudson Orogen Internal Zone: from rifted arcs to syncollisional basins.*

27 septembre 2005
P.-J. ALASSET, Chercheur postdoctoral, Commission géologique du Canada. *Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente : cas des Pyrénées Occidentales et des Alpes du Nord (France).*

5 octobre 2005
A. PAQUIER, Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (CEMAGREF), Lyon, France. *Les enjeux de réhabilitation écologique des cours d'eau : quelques exemples significatifs (Rhône et Loire) et questions de recherche.*

5 octobre 2005
H. CAPRA, Chargé de recherche, Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement (CEMAGREF), Lyon, France, Biologie des écosystèmes aquatiques. *Modélisation et validation des relations habitat/poisson.*

13 octobre 2005
C. LIN, Directeur, Global Environmental and Climate Change Centre, Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, McGill University. *Simulation des inondations et des sécheresses à l'aide de modèles hydrométéorologiques.*

14 octobre 2005
P. HOUTEKAMER, Services météorologiques du Canada, Environnement Canada. *Les changements à venir dans le système de prévisions d'ensemble d'Environnement Canada.*

17 octobre 2005
A. PAQUIER, CEMAGREF de Lyon, France. *La gestion et la simulation des inondations en France: l'expérience du CEMAGREF.*

21 octobre 2005
E. KONSTANTINOVSKAYA, chercheure postdoctorale à l'INRS-Eau, Terre et Environnement. *Arc-Continent Collision and Deformation of Continental Margin of East Asia: tectonics and geodynamic modeling.* [Cette conférence incorporera *Continental margins: deformation and seismic activity* - Film pédagogique de 10 minutes présenté au 8e Festival des films scientifiques CNRS, Nancy, 2003].

2 novembre 2005
P. LE CLOIREC, École des Mines de Nantes, France. *Des procédés d'adsorption en traitement de l'eau.*

11 novembre 2005
M. SLIVITZKY, professeur émérite à l'INRS-Eau, Terre et Environnement et chercheur chez Ouranos, A. FRIGON et D.I CAYA, chercheurs chez Ouranos. *L'hydrologie du nord québécois vue par le Modèle régional canadien du climat (MRCC).*

11 novembre 2005
C. FLETCHER, Atmospheric Physics Group, Department of Physics, University of Toronto. *Can General Circulation Models (GCMs) help diagnose snow's role in climate?*

18 novembre 2005
F. NEUWEILER, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval. *Limestone Fluorescence: from tissue proteins, organic matter diagenesis, and hydrocarbon conduits.*

29 novembre 2005
D. JÉZÉQUEL, Laboratoire de Géochimie des Eaux, Université Paris 7. *Cycles biogéochimiques des éléments dans un lac méromictique: le lac Pavin (Massif Central France).*

29 novembre 2005
C. GOODESS, Climatic Research Unit, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, Grande-Bretagne. *Downscaling European scenarios of extreme weather events: from STARDEX to ENSEMBLES.*

30 novembre 2005
Y. MARANDA, Bureau de la gestion par bassin versant, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. *Politique Nationale de l'eau, gouvernance de l'eau et gestion participative.* [Conférencier invité par la section des Étudiants et Jeunes Professionnels de l'Association Canadienne des Ressources Hydrique].

2 décembre 2005
A. DE VERNAL, GEOTOP, Université du Québec à Montréal. *Changements des conditions de surface dans l'Atlantique Nord et l'Arctique au cours de l'Holocène: régionalisme des tendances et oscillations millénaires?*

9 décembre 2005
S. RICARD, étudiant à la maîtrise en sciences de l'eau à l'INRS-Eau, Terre et Environnement. *Géopolitique des grands projets d'aménagement hydraulique : Les cas de la Mer d'Aral (Asie centrale) et de la Grande Rivière artificielle (Libye).*

14 décembre 2005
D. COSSA, Laboratoire de biogéochimie et d'écotoxicologie, Institut français pour l'exploitation de la mer (IFREMER), Centre de Nantes. *Le cycle du mercure dans un lac artificiel en milieu tropical.*

16 décembre 2005
T. WEBSTER, Centre of Geographic Sciences (COGS), Annapolis Valley Campus, Nova Scotia Community College, Nouvelle-Écosse, Canada. *L'utilisation géologique des données topographiques à très haute résolution obtenues par la technologie LIDAR*

20 janvier 2006
M. CANTIN, INRS-Eau, Terre et Environnement. *Viet Nam: Peuple viêt du Sud.* [Conférence organisée par le Club social du 490 dans la série *Les voyageurs du 490*].

26 janvier 2006
M.-C. PRÉMONT, Vice-doyenne aux Études supérieures, Faculté de droit, Université McGill. *La gestion de l'eau dans les municipalités du Québec: back to the future?* [Conférence organisée par le Comité politique de l'AECETE].

27 janvier 2006
L. RETAMAL, Candidate au Doctorat en Océanographie, Département de Biologie, Université Laval, Québec. *Caractérisation de la matière organique dissoute colorée par fluorescence synchrone: Comparaison entre deux estuaires nordiques.*

31 janvier 2006
M.-C. LECLERC, Directrice générale, Regroupement des organisations de bassin versant du Québec. *La gestion par bassin versant: réalités québecoises.* [Conférence organisée par la section des Étudiants et Jeunes Professionnels de l'Association Canadienne des Ressources Hydrique].

6 février 2006
P. RAINBOW, Keeper of Zoology at The Museum of Natural History in London, England. *Bioavailability of trace metals in the diet.*

7 février 2006
S. CAPLANNE, D. DUMONT, R. LANOS, étudiants à l'INRS-Eau Terre et Environnement. *Lumières nordiques: un récit d'expédition dans l'océan arctique.* [Conférence organisée par le Club social du 490 dans la série *Les voyageurs du 490*].

17 février 2006
J. LÉVESQUE, Scientifique de la défense, Recherche et développement pour la Défense nationale du Canada - RDDC Valcartier. *Surveillance de la re-végétation des parcs de résidus miniers en utilisant la télédétection hyperspectrale.*

22 février 2006
C. GENEST, Département de mathématiques et de statistique, Université Laval. *Abraham de Moivre : génie en exil.*

24 mars 2006
M. DJEBBI, École Nationale des Ingénieurs de Tunis. *Gestion en cas de crue, transport solide, cartographie des zones à risque d'inondation et problématique d'envasement sur la rivière Medjerda, Tunisie.*

11 avril 2006
J.-M. GRÉSILLON, Hydrologie Hydraulique, CEMAGREF, Lyon, France. *Quelles recherches pour les risques hydrologiques et pour les impacts des activités anthropiques?*

12 avril 2006
D. H. BURN, Department of Civil Engineering University of Waterloo. *Focused on the ungauged: Focused pooling approaches for estimating extremes at ungauged catchments.*

13 avril 2006
E. SAUQUET, Hydrologie Hydraulique, Équipe Hydrologie, CEMAGREF, Lyon, France. *Prise en compte de la structuration du réseau hydrographique dans les techniques géostatistiques pour l'interpolation des débits annuels et mensuels moyens.*

19 avril 2006
I. LAROCQUE, professeure-chercheure à l'INRS-Eau, Terre et Environnement. *Voyages au pays du Père Noël...: science en Suède.* [Conférence organisée par le Club social du 490 dans la série *Les voyageurs du 490*].

28 avril 2006
S. KATSEV, Department of Earth and Planetary Sciences, McGill University et Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG). *Reconstructing the past and predicting the future of aquatic sediments using reactive transport modeling.*

3 mai 2006
L. HARRIS, professeur-chercheur à l'INRS-Eau, Terre et Environnement. *Australie du Sud-Ouest.* [Conférence organisée par le Club social du 490 dans la série *Les voyageurs du 490*].

26 mai 2006
S. GASKIN, Associate Professor, Civil Engineering and App. Mech., McGill University, T. LAVERTU, Ph.D. Candidate, Mechanical Engineering, McGill University, L. MYDLARSKI, Associate Professor, Mechanical Engineering, McGill University. *Experimentally determined differential diffusion using LIF.*

6 juin 2006
J.-F. MOYEN, Dept. of Geology, University of Stellenbosch (South Africa) et J. BÉDARD, Commission géologique du Canada. *La chimie des TTG Archéens reflète-t-elle les conditions de fusion de leur source?*

9 juin 2006
S. GHOSHAL, Associate Professor and William Dawson Scholar, Department of Civil Engineering, McGill University. *Three-dimensional Imaging of Contaminant Phases in Soils using X-ray CT scanning.*

15 juin 2006
R. MARTEL, professeur-chercheur à l'INRS-Eau, Terre et Environnement. *Propagation du monoxyde de carbone dans les milieux fissurés lors de travaux à l'explosif.*

22 juin 2006
R. POPOVIC, Département de chimie, Faculté des sciences, UQAM, Directeur du Centre de recherche en toxicologie de l'environnement (TOXEN). *Utilisation de la fluorescence de la chlorophylle-a comme indicateur de toxicité chez les algues et les plantes – bioessais in vivo.*

28 juin 2006
M. PARSONS, Commission géologique du Canada – Atlantique. *Environmental geochemistry of metals in marine settings - Case studies from Atlantic Canada.*

Services

Administration

Les pratiques et procédures étant généralement comprises et suivies par les différentes équipes de recherche, nous avons tenté au cours de l'année 2005-2006 d'améliorer la rapidité du traitement des demandes. Ce ne fut pas une tâche facile et il nous reste encore des améliorations à apporter.

La production de rapports financiers occupe une grande place dans nos préoccupations quotidiennes ; il faut assurer un suivi rigoureux des dépenses et tout mettre en œuvre afin de répondre efficacement aux exigences des divers organismes et des paliers de gouvernement. De plus, nous avons assuré un support permanent aux professeurs dans le suivi financier de leurs différents projets.

Les comptes à recevoir ont fait comme toujours l'objet d'un suivi constant ; nous devons nous assurer que les revenus confirmés deviennent des revenus réels. Dans certains cas, nous devons réagir rapidement et adéquatement afin d'éviter les mauvaises créances.

Maintenant que notre installation physique est terminée, l'INRS va de l'avant avec un projet d'implantation d'un nouveau système informatisé de gestion. Un mandat a été confié à une équipe de travail afin de réaliser la mise en place de ce nouveau système. La nouvelle philosophie vise à implanter un système permettant, entre autres, aux professeurs d'assurer un meilleur suivi budgétaire de leurs projets et d'en connaître le coût réel.

Nous avons profité de l'occasion pour revoir l'ensemble des projets et nous assurer du meilleur traitement à leur donner pour la suite des opérations. Certains projets ont été fermés tandis que d'autres ont été regroupés. Nous avons tout mis en œuvre afin de nous assurer de l'exactitude des données lors du passage au nouveau système.

La prochaine année en sera une d'adaptation et de consolidation. Il n'est jamais facile de travailler avec un nouveau système ; il faut se donner le temps de bien le comprendre avant d'espérer en maîtriser toutes les possibilités. Nous aurons besoin de travailler ensemble si nous voulons y arriver.

Soyez assurés que nous continuerons, comme par le passé, à tout mettre en œuvre afin de vous apporter tout le soutien et le support que vous êtes en droit d'exiger.

Documentation et informations spécialisées

La fin de l'année 2005 a principalement été marquée du sceau de la continuité. Par exemple, nous avons poursuivi nos efforts de numérisation rétrospective des publications des chercheurs du centre, ainsi que la recherche et la numérisation de celles des anciens centres INRS-Pétrole et INRS-Géoressources. Nous avons également établi des balises formelles en matière de confidentialité et de droits d'auteurs.

Le début de l'année 2006 a, par contre, été dévolu à la restructuration, suite au départ à la retraite de la coordonnatrice et responsable du service, madame Sophie Renaud, après 35 ans de carrière. Le fonctionnement du service a, entre autres, été revu pour répondre aux divers changements dans l'équipe de professionnels du réseau du SDIS, entraînant le rapatriement de plusieurs dossiers et fonctions à Québec.

L'équipe du service a aussi joué un rôle d'appui technique déterminant dans le passage en mode entièrement électronique de la Revue des Sciences de l'eau sur la plate-forme du projet Érudit, passage initié avec le volume 19 au début 2006.

Enfin, tout comme par les années passées, le service de documentation et d'information spécialisées a apporté un concours actif à l'organisation et au support technique de nombreuses activités académiques des chercheurs du Centre (par exemple la Journée des sciences de la terre en mars 2006).

Informatique

Le service informatique a pour mandat la gestion des télécommunications du Centre, le support des plates-formes informatiques communes, la gestion centralisée des achats de matériel informatique et de logiciels communs, ainsi que le support informatique et bureautique auprès des équipes de recherche, des étudiants et des services à la recherche.

L'équipe informatique comprend six membres auxquels s'ajoutent, ponctuellement, des stagiaires. On y retrouve le responsable du service, un analyste en informatique, trois techniciens et la participation d'un professionnel externe, en prêt de service. Plusieurs stagiaires ont participé en cours d'année au développement de différents projets tels que l'intégration des méthodes d'authentification, l'inventaire, l'ajout de fonctionnalités à l'intranet, etc. L'équipe répond aux demandes de plus de 600 personnes.

Le service informatique assure notamment le développement et le support du réseau de télécommunications, la sécurité d'accès au réseau informatique, le contrôle du courrier électronique et du branchement internet, la gestion des plates-formes informatiques communes, la gestion et le support des laboratoires informatiques des étudiants et aussi la gestion du système téléphonique et de vidéoconférence. Il offre le support informatique aux différents services du Centre. Il s'implique aussi dans l'implantation, la mise à jour et le support de différents logiciels auprès des usagers, dans l'achat des postes de travail et des logiciels communs, dans l'installation et l'entretien de l'équipement.

Au bilan des réalisations, nous avons, au cours de l'année écoulée, poursuivi les efforts pour terminer l'implantation des infrastructures et des méthodes de gestion. Notons simplement :

Sur le plan de l'infrastructure réseau : i) le renouvellement des équipements supportant l'infrastructure réseau est complété; ii) le renouvellement des équipements supportant l'infrastructure téléphonique (téléphonie IP) est aussi pratiquement complété, il ne manque que le système de reconnaissance vocale; iii) la couverture réseau sans-fil pour tout l'édifice du 490 de la Couronne est encore problématique, mais sous investigation par notre fournisseur.

Sur le plan des services réseau : i) l'ajout d'un serveur de courrier web; ii) la poursuite d'ajouts de services sur l'intranet : gestion des clés. On a procédé à l'intégration du système de sécurité (accès au bâtiment) à notre intranet.

Sur le plan du support aux usagers : le remplacement du système de gestion des appels de service intégré à l'intranet.

Sur le plan des achats : i) le service a effectué des tests sur une nouvelle plate-forme destinée à servir comme petit serveur ou poste de travail performant; ii) le service maintient maintenant un inventaire des équipements informatiques les plus couramment utilisés : ordinateur, écran LCD, clavier, souris, câbles divers, etc.

Des discussions ont débuté cette année avec les autres centres pour intégrer les infrastructures réseau et uniformiser les services offerts. Les objectifs sont de pouvoir mettre en commun l'expertise des centres, favoriser et faciliter l'accès et le partage des ressources par les utilisateurs de tous les centres.

L'INRS a procédé au début de l'année à l'achat de l'équipement requis pour équiper quatre salles de vidéoconférence, une dans chacun des centres. L'INRS a aussi acheté l'équipement nécessaire pour organiser des conférences multipoints. L'INRS-ETE est le maître d'œuvre dans ce projet.

Un dessinateur se greffe aussi au service informatique. Ce professionnel travaille principalement pour le laboratoire de cartographie numérique et de photogrammétrie (LCNP) et se spécialise dans les domaines de l'infographie (CorelDraw, Photopaint, Photoshop et PowerPoint), dans la numérisation de documents (photos 400 dpi et diapositives 4000 dpi), dans la cartographie numérique, l'analyse spatiale (ArcGIS, Spatial Analyst, 3D Analyst, Mapinfo, Vertical Mapper, Idrisi, Gocad, Downhole Explorer, Autocad, MicroStation, Descartes, etc.) et la photogrammétrie (DVP).

Laboratoires

Les laboratoires constituent un service à la recherche pour le Centre. Un personnel expérimenté et une organisation matérielle particulière assurent la bonne marche de ce service. En effet, la mise en commun des appareils et du matériel de laboratoire, acquis par les professeurs grâce à des subventions, permet une utilisation optimale de toutes les ressources du laboratoire. Une gamme complète d'appareils et d'instruments de haute qualité est ainsi à la disposition de toutes les personnes impliquées dans la recherche expérimentale. Ce service assure au personnel de recherche un soutien matériel et technique, un environnement sécuritaire et un encadrement permanent.

Le responsable du laboratoire voit à la formation et à la supervision du personnel. Il répartit les tâches demandées par les professeurs et les chercheurs de manière à optimiser l'utilisation des ressources humaines. Il assure aussi la coordination professeurs - étudiants - techniciens - assistants - stagiaires et chercheurs postdoctoraux. Il tient à jour la documentation technique concernant les méthodes d'analyse et de traitement d'échantillons. Il voit à l'application des règles de travail et de sécurité au laboratoire et des procédures de contrôle de la qualité.

Les techniciens participent au développement des méthodes d'analyse, ainsi qu'à l'entraînement des étudiants gradués et effectuent la plupart des travaux d'analyses chimiques et biologiques requis par les projets de recherche. Nous avons un service de préparation de lames minces qui est assuré à plein temps par un technicien, et ce service répond aux besoins des chercheurs du Centre, des chercheurs de la Commission géologique du Canada, ainsi qu'à une clientèle externe toujours de plus en plus importante.

Le personnel du laboratoire utilise différents outils pour assurer la qualité des résultats; le laboratoire du Centre participe, entre autres, à des études interlaboratoires et à des tests de contrôle internes. Il possède une banque d'échantillons certifiés correspondant aux différents matériaux qu'il doit analyser.

Pour répondre aux besoins de ses chercheurs, le Centre met à leur disposition un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés de microbiologie, de radio-isotopes, de granulométrie, de microscopie, de spectrophotométrie, d'essais biologiques, d'analyses chimiques, lames minces etc.

Le laboratoire est aussi impliqué dans la communauté scientifique gouvernementale et dans l'entreprise privée, car plusieurs échanges de renseignements en chimie analytique se réalisent avec ces deux types d'intervenants. Le Centre ETE possède une expertise importante en chimie analytique et celle-ci est très bien reconnue, non seulement dans le milieu universitaire et gouvernemental, mais aussi de plus en plus dans le secteur privé. Cela se caractérise par une augmentation constante du nombre de contrats d'analyse que le laboratoire obtient à chaque année.

Rapport financier

Revenus et dépenses du fonds de fonctionnement (x 1000 $)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2006

REVENUS	$	$
Total des revenus institutionnels		8 296,3
Autres revenus		2 564,8
Subventions de recherche		
CRSNG	2 238,0	
FQRNT	289,7	
Autres sources	2 443,5	
Total des subventions		4 971,2
Contrats de recherche		2 327,8
TOTAL DES REVENUS		18 160,1
DÉPENSES		
Recherche et enseignement		12 075,0
Soutien à la recherche et à l'enseignement		
Frais généraux d'administration	1 358,0	
Investissement M.A.O.	217,0	
Documentation et édition	467,0	
Direction du Centre	252,0	
Informatique	210,0	
Laboratoires	511,0	
Terrains et bâtiments	1 880,0	
Résidences	100,0	
Stationnement	0,0	
Total du soutien à la recherche et à l'enseignement		4 994,0
TOTAL DES DÉPENSES		17 070,0
Exédent des revenus sur les dépenses		1 090,5
Virement au fonds des immobilisations		-550,0
Exédent net des revenus sur les dépenses		540,5

Réserve du centre Eau, Terre et Environnement (x 1000 $)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2006

Surplus d'opération du Centre

Surplus accumulés au 31 mai 2005	1 711
Surplus d'opération au 31 mai 2006	540
Total des surplus	**2 251**

RÉSERVE AU FONDS D'IMMOBILISATIONS

Virements au fonds

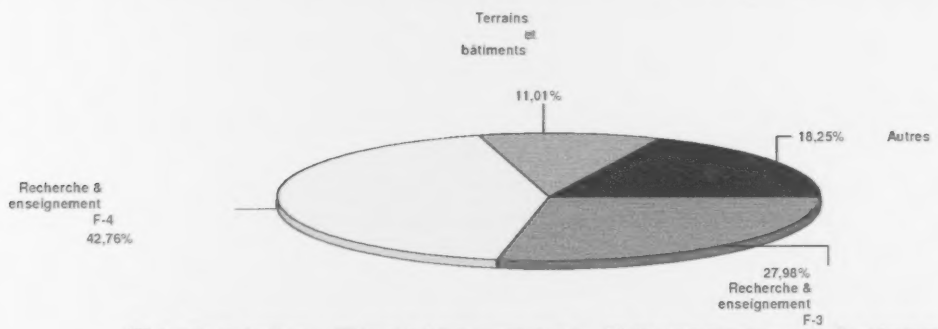
Solde non utilisé au 31 mai 2005	745
Virement de solde 2005-2006	550
Redressement 2005-2006	1 442
Solde non utilisé au 31 mai 2006	**2 737**
Prévision de virement de solde pour l'année 2006-2007	900
Utilisation des fonds en 2006-2007 pour Édifice Québec	2 853
Solde non utilisé prévu au 31 mai 2007	**784**

Réserve pour espaces de recherche - Édifice Québec

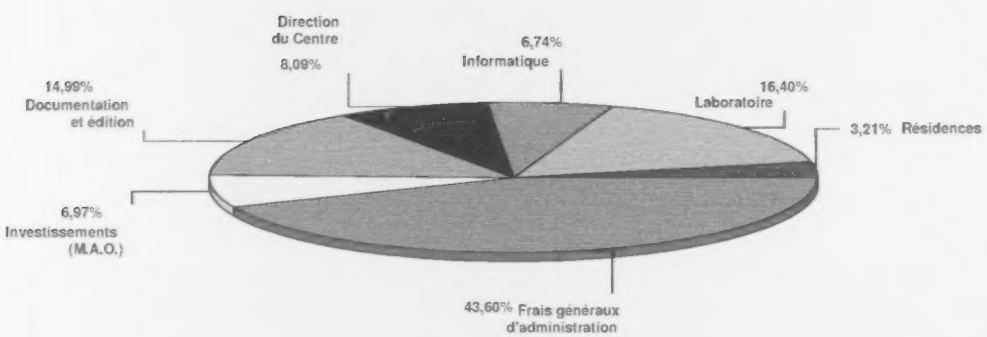
Solde non utilisé au 31 mai 2005	567
Virement de solde 2005-2006	741
Solde non utilisé au 31 mai 2006	1 308
Virement de solde prévu en 2006-2007	497
Ajustement du virement de solde 2004-2005	-127
Utilisation des fonds en 2006-2007 pour Édifice Québec	1 678
Solde non utilisé prévu au 31 mai 2007	**0**
Virement de solde prévu en 2007-2008	245
Utilisation des fonds en 2007-2008 pour Édifice Québec	-245
Solde non utilisé prévu au 31 mai 2008	**0**

Dépenses par fonction universitaire (x 1000 $)
Pour l'exercice terminé le 31 mai 2006

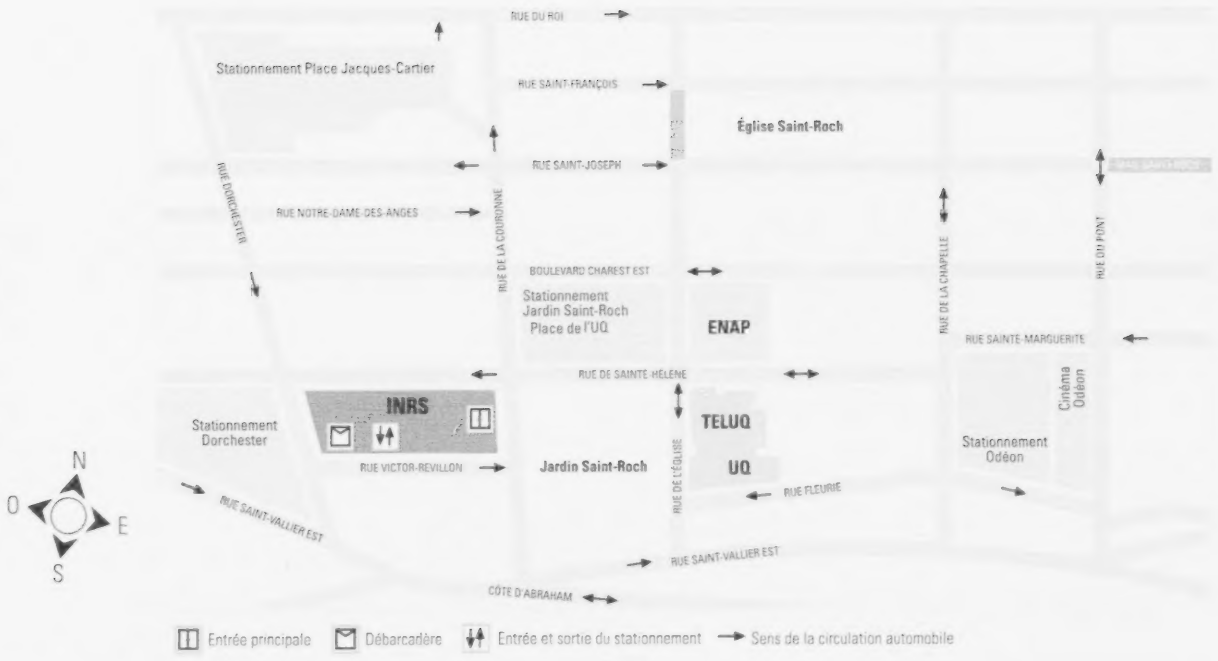
	Salaires, avantages sociaux et bourses	Frais de terrains, voyages, fournitures et matériel	Services professionnels, contractuels et publics; loyer	TOTAL
Recherche & enseignement F-3	4 487	91	99	4 776
Recherche & enseignement F-4	4 780	618	1 902	7 299
Frais généraux d'administration	946	287	124	1 358
Investissements (M.A.O.)	0	212	5	217
Documentation et édition	304	60	103	467
Direction du Centre	204	39	9	252
Informatique	196	-8	21	210
Laboratoires	401	80	30	511
Terrains et bâtiments	316	5	1 560	1 880
Résidences	0	83	16	100
Stationnement	0	0	0	0
GRAND TOTAL	11 734	1 468	3 868	17 070



Recherche, Enseignement, Bâtiments et Autres
Total 17 070 000$



Autres fonctions 3 115 087$



Supervision de production
Isabelle St-Jacques

Mise en page
Roxane Dubé

Maquette de couverture
Jean-Daniel Bourgault

Révision linguistique
Claire Savard
Isabelle St-Jacques

Photo page couverture
« *Lumières à Sirmilik* »
Isabelle Laurion, 2005

Photo intérieure
Martyne Charbonneau

Centre Eau, Terre et Environnement
INRS
490, de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9
Téléphone : (418) 654-2524
Télécopieur : (418) 654-2600
info@ete.inrs.ca
www.ete.inrs.ca

© INRS Eau, Terre et Environnement, 2007
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal, Bibliothèque nationale du Canada

490 de la Couronne, Québec (Qc) G1K 9A9
www.ete.inrs.ca